COUNTWAY LIBRARY
HC 1WZM X

Digitized by Google

LEHRBUCH

der

CHEMIE

von

J. J. BERZELIUS.

Aus der schwedischen Handschrift des Verfassers übersetzt

von

F. WŒHLER.

Dritte umgearbeitete und vermehrte Original-Auflage.
Mit königl. sächsischem Privilegium.

Zehnter Band.
Mit 7 Kupfertafeln und 25 Holzschnitten.

Dresden und Leipzig,
in der Arnoldischen Buchhandlung.

1841.

CHEMISCHE OPERATIONEN und GERÄTHSCHAFTEN,

nebst

Erklärung chemischer Kunstwörter,

in alphabetischer Ordnung.

Von

J. J. BERZELIUS.

Im Deutschen herausgegeben

von

F. Wöhler.

Mit 7 Kupfertafeln und 25 Holzschnitten.

Dresden** und **Leipzig,

in der Arnoldischen Buchhandlung.

1841.

LEHRBUCH DER CHEMIE,

von

J. Jacob Berzelius.

Zehnter Band.

Chemische Operationen und Geräthschaften, Erklärung chemischer Kunstwörter; in alphabetischer Ordnung.

Das Studium einer jeden practischen Wissenschaft bringt es mit sich, dass dabei zuweilen Benennungen vorkommen, welche der Studirende noch nicht versteht, deren ausführliche Erklärung aber auch nicht, ohne Verletzung des Zusammenhangs, bei Darstellung der Lehrsätze der Wissenschaft angebracht werden kann. In solchen Fällen muss dann vorzüglich die mündliche Belehrung aushelfen; aber es ist natürlich, dass das Studium um so mehr erleichtert wird, je mehr man dahin gelangt, jene entbehren zu können. — In den chemischen Lehrbüchern pflegt man oft mit der Beschreibung von Instrumenten und solchen allgemeineren Operationen, wozu erstere gebraucht werden, anzufangen, um damit im Voraus und vor dem Studium der eigentlichen Wissenschaft den Leser bekannt zu machen; aber diese Methode erfüllt nicht den beabsichtigten Zweck. Denn die Beschreibung von Operationen kann, ohne eine vorhergehende Kenntniss der Fälle, wo sie vorkommen, nicht verstanden werden, und für den Leser haben auch die beschriebenen Instrumente noch nicht das Interesse, wodurch sie sich ihm ins Gedächtniss einprägen, so dass, wenn er im weiteren Verfolge seines Studiums zu den Fällen kommt, wo ihre Kenntniss erfordert wird, er das Vergessene von Neuem nachsuchen muss; und dabei sind nun die langen Beschreibungen im Anfange für ihn unnütz und abschreckend gewesen.

Aus solchen Gründen habe ich daher dieses Lehrbuch nicht mit Abhandlung der chemischen Operationen, Instrumente und ihrer Anwendung anfangen wollen. Um aber dem Leser, so viel wie möglich, den mündlichen Unterricht entbehrlich zu machen, da wo ihm unbekannte Dinge vorkommen, habe ich die folgende Erklärung von Kunstwörtern, chemischen Instrumenten und Operationen hinzugegeben, worin er bei vorkommenden Fällen die Aufschlüsse zusammengestellt findet, die er im Verlaufe seiner Studien nöthig haben kann. In diese alphabetische Aufstellung habe ich auch, um diese Abtheilung als ein Ganzes geben zu können und wegen Verwandtschaft des Gegenstandes, einen kurzen Abriss der chemischen Analyse unorganischer Körper aufgenommen, wiewohl dieser Abschnitt der Chemie streng genommen eigentlich nicht hierher gehörte.

Abdampfen. — Schon im I. Th. p. 370 habe ich die Theorie der Verdunstung gegeben. Hier werde ich sie nur in sofern berühren, als sie eine sehr wichtige und bei chemischen Arbeiten beständig vorkommende Operation ausmacht. Oefters gebraucht man auch für Abdampfen das Wort *Einkochen*. Man verdunstet alle Auflösungen, aus denen man die darin aufgelösten Stoffe in fester Form haben will, und ferner sehr verdünnte Auflösungen, aus denen Stoffe niedergeschlagen werden sollen, weil das Sammeln des Niederschlags in einer grösseren Masse von Flüssigkeit schwerer ist, als in einer kleineren.

Die Verdunstung geschieht mit oder ohne Mitwirkung von Erhitzung. Geschieht sie unter Beihülfe von Wärme, so bedient man sich mehrerer Methoden zu erhitzen. Es kann dies über freiem Feuer, über Kohlen oder über der Flamme einer Lampe geschehen, wobei die Verdunstung schnell vor sich geht; aber diese Art muss bei chemischen Untersuchungen so selten wie möglich in Anwendung gebracht werden. Die gewöhnlichsten Arten, äussere Wärme anzubringen, bestehen darin, dass man das Abdampfungsgefäss in warmen Sand (S. Sandbad) oder in kochendes Wasser (S. Wasserbad) stellt. Der erstere hat den Uebelstand, dass die Hitze zu stark werden kann, besonders zuletzt, wo dann die eintrocknende Masse leicht spritzt und herausgeworfen wird, oder, wenn sie organischen Ursprungs ist, anbrennt und zerstört wird. Aufmerksamkeit reicht nicht immer hin, diese Uebelstände zu vermeiden, die das Wasserbad nicht mit sich führt, und welches deshalb stets vorzugsweise anzuwenden ist.

Abdampfungen in einer Wärme zwischen + 20° und + 90° geschehen mit grosser Bequemlichkeit in dem Raum,

welcher in den schwedischen Kachelöfen 2 bis 3 Fuss über dem Feuerraum angebracht und mit einer besonderen Thüre versehen ist. Dieser Raum wird oben mittelst einer Eisenplatte getheilt, die vor dem Einsetzen lackirt oder mit Blei überzogen werden muss, damit sie durch die Dämpfe nicht roste. Wird der Ofen ein Mal im Tage geheitzt, so erhält sich dieser Raum beständig warm. Wenn der Ofen am wärmsten ist, so ist die Temperatur im untern Raume + 86° und in dem obern Raume 60°, sie sinkt allmälig, so dass sie nach 24 Stunden unten ungefähr + 50° und oben + 40° ist.

Bei Abdampfungen hat man Verschiedenes zu beobachten: 1) Muss ein Luftwechsel über der abdampfenden Oberfläche statt finden, und die Dämpfe müssen abgeleitet werden können, weshalb die Abdampfungen gewöhnlich unter einem Rauchfang vorgenommen werden. Aber dabei muss die verdunstende Flüssigkeit vor hineinfallendem Staub und Russ geschützt sein. Dies bewirkt man dadurch, dass man die Schaalen mit Löschpapier bedeckt und dieses über den Rändern der Schaale dicht umbiegt und umwickelt. Die Verdunstung geht durch dieses Papier ungehindert hindurch; aber man hat darauf zu achten, dass die Masse in der Schaale nicht gegen das Papier spritzt, theils um Verlust vorzubeugen, und theils, weil die hinaufgespritzte und in das Papier gezogene Flüssigkeit von der leichten Asche oder dem Russ, die möglicherweise auf das Papier gefallen sein können, auflösen würde. 2) Soll eine sehr concentrirte Auflösung bei einer Temperatur über + 100° abgedampft werden, so muss man die Masse während des Abdampfens beständig umrühren, weil sonst immer Theile davon mit kleinen Explosionen herausgeworfen werden und verloren gehen. Diese Explosionen entstehen dadurch, dass eine Stelle des Bodens trocken und sehr heiss geworden ist, und nachher mit noch flüssiger Masse in Berührung kommt, wodurch Wasser plötzlich gasförmig wird, und so die dabei liegende trockne Masse gewaltsam herauswirft. Glasgefässe springen dabei unvermeidlich. Dieser Umstand findet besonders bei Abdampfungen über der Lampe statt, wenn ein Theil vom Boden des Gefässes von der Lampe stärker erhitzt wird, als ein anderer. 3) Hat man solche Auflösungen abzudampfen,

aus denen die aufgelöste Substanz gerne efflorescirt, so geschieht es leicht, dass sich das Salz an den Seiten der Schaale hinauf und bis über ihren Rand zieht, und dann auf den äusseren Seiten der Schaale zu effloresciren fortfährt. Besonders ereignet sich dies leicht, wenn die Flüssigkeit Ammoniaksalze enthält, und quantitative Analysen können auf die Weise ganz verdorben werden. Man muss es dann so einrichten, dass die Seitenwände der Schaale heisser gehalten werden, als die Flüssigkeit, wodurch die sich hinaufziehende Salzmasse völlig austrocknet, und so der nachkommenden den Weg versperrt. 4) Ein anderer Umstand, der zuweilen bei analytischen Untersuchungen vorkommen kann, ist, dass man eine schwierig verdampfbare Flüssigkeit abzudampfen hat, auf deren Boden ein schweres Pulver liegt, wo dann gewöhnlich die Hitze vom Boden des Gefässes sich nur so langsam nach oben mittheilt, dass der Boden kochendheiss wird, ehe noch die oberen Schichten warm geworden sind. Man hat dann darauf zu achten, dass das Gefäss am Boden nicht die am stärksten erhitzte Stelle werde, wodurch ein Stossen entstehen kann. Ich nehme in solchen Fällen zu folgendem Auswege meine Zuflucht: Taf. I. Fig. 6. ist ein Lampengestell mit einem schief aufgelegten Platintiegel; der mit dem queren Strich bezeichnete Raum bedeutet die Flüssigkeit und das untere Punctirte den Niederschlag. Die Flamme der Lampe *A.* wird dann so gerichtet, dass sie oberhalb des Niederschlags auf den Tiegel wirkt, und so geht die Verdunstung ganz leicht von statten, aber man muss nicht vergessen, dass, wenn die Flüssigkeit so tief gekommen ist, dass ihr Rand von der Hitze der Flamme getroffen wird, diese entweder darunter oder viel darüber gerichtet werden muss, weil sonst ein Theil der Salzmasse auf der heissesten Stelle der Tiegelwand eintrocknet und wegspringt; wird aber die Flamme weit über den Rand der Flüssigkeit hinweg gerichtet, so geschieht dies nicht, und auf diese Weise lassen sich auch Flüssigkeiten abdampfen, aus denen sich leicht Efflorescenzen an den Wänden hinaufziehen, weil dann die Flüssigkeit durch die von den oberen Wänden des Gefässes ausgehende Hitze verdunstet.

Ohne Mitwirkung von Erwärmung geschieht die Verdunstung auf folgende Weise:

1. *In offener Luft*, was die freiwillige Verdunstung genannt wird. Hierzu bedient man sich, wenn die Verdunstung schnell vor sich gehen soll, flacher und weiter Gefässe, worin die Flüssigkeit eine grosse Oberfläche bekommt. Geschieht die Verdunstung aber in der Absicht, grosse und regelmässige Krystallformen zu erhalten, wozu eine langsame Verdunstung erfordert wird, so wählt man hohe und schmale Gefässe. — Will man die freiwillige Verdunstung beschleunigen, so stellt man das Verdunstungsgefäss an einen Ort, wo Luftzug darüber geht. Dies wird in der kälteren Jahreszeit leicht dadurch erreicht, dass man das Verdunstungsgefäss ins Fenster stellt, mit dem Rande an das Glas der untersten Fensterscheibe. Schon einige Zoll davon entfernt machen einen bemerkbaren Unterschied. Das Fensterglas, welches auf der Aussenseite die Temperatur der äusseren Luft annimmt, kühlt dadurch die wärmere Luft in dem Zimmer ab, welche an dem Glase herabsinkt und über dem unteren Theile des Fensters zurück in das Zimmer fliesst. Man kann diesen Luftstrom sichtbar machen, wenn man die Flamme eines brennenden Lichtes an den Rand der Fensterbank hält, wo man sieht, wie die Flamme in das Zimmer geblasen wird. Aus derselben Ursache geht in dem oberen Theile des Fensters ein Luftstrom nach dem Glase; bringt man hier ein Repositorium an, versehen mit Löchern, um die Schaalen hineinzustellen, so verdunstet die Flüssigkeit darin viel schneller, als in dem unteren Theile des Fensters.

2. *In abgeschlossener Luft*, über Schwefelsäure, Chlorcalcium, gebranntem Kalk, Kalihydrat, je nach verschiedenen Umständen. Man bringt eine von diesen Wasser einsaugenden Substanzen in einer Schaale auf eine eben geschliffene Glasscheibe und stellt eine weite und niedrige, am Rande ebenfalls abgeschliffene, an die Scheibe dicht anschliessende Glasglocke darüber. Je grösser die Oberfläche ist, welche die Wasser absorbirende Substanz bekommt, desto schneller geschieht die Verdunstung. Die Schaale wird mit einem Deckel von Messinggewebe bedeckt und auf diesen das Verdunstungsgefäss gesetzt. Dieser Apparat wird *Exsiccator* oder *Evaporationsglocke* genannt.

Anstatt der Glasglocke kann man sich auch eines weiten und niedrigen Cylinders von Eisenblech bedienen, der an

dem einem Ende mit einem Boden und mit Handgriffen versehen ist. Der Cylinder und der Boden desselben müssen aussen und innen lackirt sein. Man setzt ihn umgekehrt auf eine lackirte Holzbank, die eine zirkelrunde Rinne hat, in welche der Rand des Cylinders einpasst. Diese Rinne ist inwendig ebenfalls lackirt. In dieselbe giesst man ein wenig Oel, damit, wenn der Cylinder aufgelegt worden ist, alle Gemeinschaft zwischen der eingeschlossenen Luftportion und der äusseren Luft verhindert wird. Ein solcher Exsiccator kann mit wenig Kosten beliebig weit gemacht werden und hat ausserdem den Vorzug, dass er das Licht ausschliesst, das bei der Verdunstung von Silber- und Goldsalzen eine nachtheilige Wirkung ausübt. Für diese Art von Verdunstung kann man auch eine kleine, sehr vortreffliche, von Mohr erfundene Einrichtung anwenden, die bei dem Artikel *Trocknungs-Apparat* beschrieben werden soll.

Der Exsiccator kann auch zu ganz entgegengesetzten Zwecken benutzt werden. Man hat zuweilen Krystalle von einer dickflüssigen, zähen, syrupartigen Flüssigkeit zu scheiden, die zerfliesslich ist und nicht abgewaschen werden kann, ohne dass sich die Krystalle auflösen. Dann legt man in die Schaale unter den Exsiccator 10 bis 12 zugeschnittene Filtra über einander und auf diese die Masse. Daneben legt man auf eine kleinere Schaale einen in Wasser getauchten Schwamm und setzt nun die Glocke darüber. Die Mutterlauge verdünnt sich nun auf Kosten des Wassers in der feuchten Luft unter der Glocke und saugt sich in das Papier. Ist dieses durchtränkt, so wird es mit trocknen Filtern vertauscht, wobei man jedoch das oberste Filtrum, worauf die Krystalle liegen, immer beibehält. Das in das Papier eingesogene kann ohne Verlust in einem Trichter wieder ausgelaugt werden. Dieser kleine Handgriff verdient alle Aufmerksamkeit.

3. Im luftleeren Raum. Diese Methode ist von Leslie erfunden worden. Die zu verdunstende Flüssigkeit wird unter die Glocke einer Luftpumpe neben oder über eine flache Schaale gestellt, die, je nach den Umständen, concentrirte Schwefelsäure, geschmolzenes und grob zerstossenes Chlorcalcium, grobes Pulver von calcinirter Pottasche u. dgl. enthält. Die Glocke macht man nicht sogleich ganz luftleer,

weil dabei öfters die in der Flüssigkeit enthaltene Luft sich mit so grosser Heftigkeit entwickelt, dass die Masse gleichsam in's Kochen geräth und herumgespritzt wird. Man hört daher, wenn das Barometer der Luftpumpe 2 bis 2½ Zoll Druck zeigt, mit dem Auspumpen auf; und lässt die Flüssigkeit etwa ½ Stunde lang so stehen. Darauf vermindert man den Druck noch um einen Zoll, lässt ihn dann wieder so ¼ bis ½ Stunde, und macht endlich ein so vollkommnes Vacuum, als sich mit der Luftpumpe machen lässt. — Um die Luftpumpe nicht durch eine einzige Abdampfung in Beschlag zu nehmen, wende ich ebengeschliffene Scheiben von dickem Spiegelglas an, auf welche die mit einem ebengeschliffenem Rande und oben mit einem Hahne versehenen Glocken gestellt werden. Durch den Hahn, der vermittelst einer biegsamen Röhre mit der Luftpumpe in Verbindung gesetzt wird (siehe den Artikel *Röhren*, biegsame), pumpt man die Luft aus. Hierauf wird der Hahn zugeschraubt, die biegsame Röhre abgenommen und der Apparat, wohin man will, gestellt. Um das Dichthalten des Hahnes zu prüfen, stellt man mit der abzudampfenden Substanz ein kleines, unter dem Artikel *Barometer* beschriebenes, Barometer unter die Glocke.

4. *In anderen Gasarten.* Diese Verdunstungsmethode wird angewendet, wenn eine Oxydation des Aufgelösten vermieden werden muss. Man wendet dann Kohlensäuregas oder in den meisten Fällen Wasserstoffgas an. Geschieht die Verdunstung ohne Beihülfe von Wärme, so bedient man sich eines tubulirten Exsiccators, dessen Tubulus mit einem Kork verschlossen ist, durch welchen zwei Röhren gehen. Durch die eine wird das Gas hinein und durch die andere hinausgeleitet. Das erstere Rohr wird mit einem Gasentwickelungs-Apparat verbunden, das andere wird in ein Glas mit Oel oder Wasser geführt. Wenn die Luft in dem Exsiccator durch das neue Gas ausgetrieben ist, lässt man die Gasentwickelung allmälig von selbst aufhören, weil dann ein weiterer Wechsel des Gases nicht erforderlich ist. Gebraucht man Wasserstoffgas, so wird dasselbe vorher durch ein Rohr geleitet, in welches man einige aus Thon und Plantinschwamm gemachte Kugeln (s. Eudiometrie) gelegt hat, und darauf zur Entwässerung durch ein Chlorcalciumrohr. In den Ex-

siccator stellt man eine kleine Schaale mit ähnlichen Kugeln. Dies gewährt den Vortheil, dass dadurch der Sauerstoff, welcher in der Glocke dem Wasserstoffgase beigemischt geblieben sein kann, in Wasser verwandelt, und dass die Atmosphäre in der Glocke absolut sauerstofffrei wird, ohne dass man grosse Portionen Wasserstoffgas für diesen Zweck durch dieselbe zu leiten braucht.

Geschieht aber die Verdunstung in der Wärme, so giesst man die Flüssigkeit in eine tubulirte Retorte, die mit einer ebenfalls tubulirten und wohl anschliessenden Vorlage versehen ist. Das Wasserstoffgas wird durch den Tubulus der Retorte eingeleitet und durch den der Vorlage ausgeführt. Auch hier wird das Gas zuerst über Platinkugeln und darauf über Chlorcalcium geleitet. Die Retorte erhitzt man am besten im Wasserbade und lässt die Wasserstoffgas-Entwickelung während der ganzen Verdunstung langsam fortgehen, weil der Luftstrom die Wasserdämpfe wegführt und die Verdunstung beschleunigt. Das Rohr, durch welches das Wasserstoffgas in die Retorte geleitet wird, muss bis an die Oberfläche der Flüssigkeit reichen.

Nachdem ich nun die Verdunstungs-Vorrichtungen angeführt habe, will ich einige Worte über die Gefässe sagen, welche für die zu verdunstenden Flüssigkeiten bestimmt sind. Diese Gefässe können nach verschiedenen Umständen entweder von Metall (Platin, Silber, Kupfer, Zinn, Blei und Eisen) oder von Porcellan und Glas sein. Fayence kann selten mit Nutzen angewandt werden. Sie werden von verschiedener Form gemacht. Die beste ist ein Segment von einer Kugel oder der abgeplattete Theil eines Sphäroids. Zuweilen bedient man sich cylindrischer Gefässe mit abgerundetem Bodenrand. Scharfe Bodenecken müssen sorgfältig vermieden werden, weil sie im Innern schwierig zu reinigen sind und leicht Löcher bekommen.

Schaalen von Platin sind die besten, aber auch die theuersten. Man kann sie zwar entbehren, aber wenn man sich einmal an die Vortheile, die eine Platinschaale mit sich führt, gewöhnt hat, so hält es schwer, sich auf andere Weise zu behelfen. Besonders sind sie nothwendig bei Abdampfung von Auflösungen mit freier Säure, wobei man sich aber erinnern muss, dass diese nicht Königswasser und dass

überhaupt nicht die Möglichkeit zu einer Entwickelung von Chlor oder Brom vorhanden sein darf, denn dadurch würde die Schaale unter dem Abdampfen angegriffen und der Rückstand also durch ein Platinsalz verunreinigt werden. Bei Mineralanalysen ist es fast unumgänglich nothwendig, die erste Abdampfung oder sogenannte Gelatinirung in einer Platinschaale vorzunehmen; es kann dies nicht in einer Schaale von Glas geschehen, theils weil das Glas von der überschüssigen Säure gewöhnlich leicht angegriffen und durch seine Bestandtheile das Resultat der Analyse verwirrt wird, und theils weil eine Glasschaale während des Eintrocknens der Masse, wenn es nicht sehr langsam geschieht, fast immer springt. Man kann sich zwar hierzu einer Porcellanschaale bedienen; aber diese führt den üblen Umstand mit sich, dass beim Herausnehmen der nach Auflösung der Salzmasse zurückbleibenden Kieselsäure Theile von dieser auf der Oberfläche der Schaale zurückbleiben können, ohne dass sie zu sehen sind. Auf Platin dagegen sind sie leicht zu sehen, wenn man die Schaale trocken werden lässt, wo dann die zurückbleibende Kieselsäure weiss wird, und so leicht zu entdecken ist. — Das Reinigen der Platinschaalen wird bei den Platintiegeln angeführt.

Schaalen von Silber sind mit dem grössten Vortheil bei allen Abdampfungen anwendbar, wo die Flüssigkeit keine freie Säure enthält. Besonders gebraucht man sie zum Einkochen alkalischer, zumal kaustischer Auflösungen, von denen Glas und Porcellan leicht angegriffen werden können. Man zieht in diesem Falle Silberschaalen den Platinschaalen theils deshalb vor, weil man sie weit wohlfeiler von hinlänglicher Grösse haben kann, und theils, weil eine Platinschaale von kautischem Kali ganz stark angegriffen wird, wenn man die Hitze nach dem Eintrocknen der Masse bis zum Schmelzen derselben verstärken will, was zwar in einer Schaale selten vorgenommen wird. — Das Silber zu diesen Schaalen muss chemisch rein sein.

J. G. Gahn hat den Gebrauch einer eignen Art von kleinen Silber- oder Platin-Schaalen zum Kochen über der Lampe eingeführt, die sehr bequem sind. Taf. I. Fig. 1. *A.* ist eine solche Schaale im Profil, und *B.* eine solche von oben gesehen. *C.* ist ein kleiner Griff von demselben Metall.

Wenn eine solche kleine Schaale, deren Grösse übrigens verschieden sein kann, und die man, wenn sie von Silber ist, am besten inwendig vergolden lässt, über der Lampe steht und darin gekocht wird, so kann man sie nicht mit blossen Händen wegnehmen; daher hat Gahn hierzu eine sehr bequeme Handhabe von Holz erfunden, mit der man den kleinen Griff *C.* fasst. Diese Handhabe ist in Fig. 2. *A.* und *B.* abgebildet. Sie besteht aus drei, in *C.*, *D.* und *E.* einzeln abgebildeten Theilen. *D.* ist der grösste und hat einen, mit punctirten Linien in der Figur bezeichneten, ausgeschnittenen Kanal, der im Boden etwas weiter als oben ist, und dessen obere Breite, relativ zu der des Griffs, man bei *F.* in der von oben gesehenen Figur sieht. *E.* ist ein in diesen Kanal passender Keil, welcher letztere nach unten zu ebenfalls etwas breiter ist, so dass der Keil nicht herausfallen, aber in dem Kanal vor- und rückwärts geschoben werden kann. Von dem Stück *C.* ist vorne an der unteren Seite so viel abgeschnitten, dass wenn es gerade auf das entsprechende Stück von *D.* zu liegen kommt, ein kleiner Ausschnitt zum Fassen des Blechgriffs am Kessel bleibt. Es ist bei *D.* mit einem durch beide gehenden Stift befestigt, der an seinem unteren Ende eine Schraube mit Mutter hat, womit man beide Theile nach Belieben dicht zusammenziehen kann. Indem man zwischen dem vorderen Ausschnitt der Handhabe den Griff des Kessels fasst, schiebt man zugleich mit dem Daumen den Keil vorwärts, und das Stück *C.*, welches man dadurch von hinten hebt, klemmt den Blechgriff des Kessels ein, so dass er nun vollkommen festsitzt. Will man dagegen den Kessel wegsetzen, so zieht man mit dem Daumen den Keil zurück, wodurch sich der Stift, der vorher gebogen war, wieder gerade richtet, während der Kessel wieder ganz losgelassen ist und von der Handhabe losgeht. Ich habe dieses kleine Instrument sowohl wegen seiner ingeniösen Construction, als vorzüglich auch wegen der grossen Bequemlichkeit bei chemischen Arbeiten beschrieben, indem man vermittelst eines solchen kleinen Kessels und einer Spirituslampe in wenigen Minuten z. B. kochendes Wasser haben kann, von dem man bei Versuchen im Kleinen selten mehr braucht, als auf einmal in einen solchen kleinen Kessel geht.

Schaalen von Zinn werden seltener zu rein chemischem

Behuf, sondern meist in der Pharmacie zur Abdampfung vegetabilischer Extracte angewendet, und hierzu passen am besten tiefere Gefässe.

Schaalen von Blei haben eine sehr ausgedehnte Anwendung. Sie werden nur von wenigen Säuren, fast nur von Salpetersäure und etwas weniges von Essig angegriffen, und dies ist nur in geringem Grade der Fall, wenn sie mit Schwefelsäure oder ihren Salzen vermischt sind. Es können daher die meisten Auflösungen in ihnen abgedampft werden, kaustische Alkalien und solche Metallsalze ausgenommen, die vom Blei gefällt werden, wie z. B. Silber und Quecksilber. Gleichwohl werden sie meistens nur im Grossen angewendet. In der Pharmacie dürfen sie nicht gebraucht werden, wegen eines möglichen Bleigehaltes, den dadurch innere Arzneimittel bekommen können. In grösseren Laboratorien sind, besonders bei den Uebungen, Abdampfschaalen von Blei eine fast unentbehrliche Geräthschaft, da in ungeübten Händen Glas und Porcellan, durch die unvorsichtige Handhabung, durch unvorsichtiges Erhitzen und Abkühlen, so leicht zerbricht. In Bleischaalen darf indessen nichts zur Trockenheit abgedampft werden, weil dann die Hitze leicht so stark wird, dass das Blei schmilzt. Bleischaalen verschafft man sich am leichtesten auf die Weise, dass man ausgewalzte Bleiplatten von einem Kupferschmied zu Schaalen austreiben lässt.

Pfannen und *Kessel von Kupfer* und *Eisen* werden nur im Grossen angewendet. Beide Arten von Gefässen können jedoch auch für das Laboratorium des eigentlichen Chemikers anwendbar gemacht werden, wenn man sie mit Blei überzieht, was auf dieselbe Weise geschieht, wie mit Zinn, indem man statt des Salmiaks oder der Schwefelsäure Chlorzink-Ammonium als Beizmittel anwendet. Das Chlorzink-Ammonium wird erhalten, wenn man gleiche Atomgewichte Chlorzink und Salmiak vermischt und die Lösung zur Krystallisation verdunstet. Macht man dann den Bleiüberzug einigermaassen dick darauf, so können diese Gefässe zu denselben Zwecken benutzt werden, wie Gefässe von Blei.

Schaalen von Glas verschafft man sich leicht durch Aussprengung aus dem runden Theile von zerbrochenen Kolben und Retorten (siehe Glassprengen), von verschiedener Grösse,

je nachdem es die Grösse des nicht zersprungenen Stückes zulässt. Auch nimmt man zu solchen Schaalen kleinere und grössere Uhrgläser. Glaschaalen übertreffen zum chemischen Gebrauch alle anderen Schaalen und müssen daher in einem chemischen Laboratorium in verschiedenen Grössen vorhanden sein. Man sieht darin vortrefflich die Veränderungen, welche in den Flüssigkeiten vorgehen, wie Trübungen, Krystallisationen u. s. w., was ein grosser Vortheil ist. Aber sie sind zerbrechlicher als Porcellanschaalen, sie werden durch schnellen Temperaturwechsel, durch schwache Stösse, durch unvorsichtiges Behandeln, z. B. durch geringen Druck bei ihrer Reinigung, zerbrochen. Sie sind selten käuflich zu haben. Man erhält sie am besten auf die Weise, dass man sich auf einer Glashütte Kolben von nicht zu dünnem, gleichmässigen Glas blasen lässt, die möglichst kugelrund sind und einen schmalen, dünnen und von der Kugel gerade ausgehenden Hals haben. Wird dann ein solcher Kolben von oben nach unten in der Mitte durchgesprengt, so bekommt man zwei Schaalen, an denen die daran sitzende Hälfte des Halses abgesprengt wird, so dass sie einen kurzen abgerundeten Ausguss bildet, vermittelst dessen man aus diesen Schaalen mit grosser Leichtigkeit die Flüssigkeit ausgiessen kann, ohne dass sie an den Rändern hinunter fliesst. Sogenannte Schumacherkugeln, die von Schumachern und Uhrmachern gebraucht werden, um Abends bei der Arbeit das Licht zu concentriren, eignen sich sehr wohl dazu. Die gewöhnlichen Kolben mit konisch auslaufenden Hälsen, geben unförmliche Schaalen, die gewöhnlich an dem Ausguss zu dick, und an der entgegengesetzten Seite zu dünn in Glas sind. — Glasgefässe mit nicht gewölbtem Boden eignen sich nicht dazu, da sie beim Abdampfen fast immer springen. Man muss sich überhaupt vornehmen, nie eine Abdampfung in einem Glase mit unebenem, aufgebogenem Boden zu machen; denn für einmal, dass das Glas hält, missglückt es wenigstens zweimal. Eben so muss man sich erinnern, niemals etwas in einer über $+ 100^{0}$ gehenden Temperatur in einem Glasgefässe zur Trockne zu verdampfen, weil dann das Glas fast unvermeidlich springt, indem eine Stelle desselben trocken und heiss wird, während ein höher gelegener Theil noch in Berührung mit Flüssigkeit ist, die dann auf die trockene

und heissere Stelle hinunter fliesst und das Glas sprengt. Auch muss man beim Abdampfen in Glas auf der Sandcapelle darauf sehen, dass nicht die trocknen Wände über der Flüssigkeit der Hitze ausgesetzt werden, denn die geringste Bewegung in der Flüssigkeit sprengt dann das Gefäss, weil der Rand erhitzt und dann von der weniger heissen Flüssigkeit plötzlich abgekühlt wird. Endlich muss man beim Aufheben eines Glasgefässes, besonders wenn es fast eine Halbkugel bildet, dasselbe nicht an dem Rande, sondern von unten fassen, indem man sonst beim Halten desselben einen Druck ausübt, der die Schaale oval zu machen strebt, wodurch sie leicht von oben herunter in dem Rande einen Sprung bekommt.

Schaalen von Porcellan sind, nächst den Platinschaalen, die anwendbarsten, müssen aber dann immer von ächtem Porcellan sein. Man kann sich selbst mit Theetassen und ähnlichen, zu anderen Zwecken bestimmten Porcellangefässen behelfen. In chinesischem Porcellan kann man indessen nicht lange sehr saure Auflösungen abdampfen; denn die Glasur wird bald matt, und es färbt sich zuletzt der Boden des Gefässes von den darin abgedampften Metallauflösungen. In den Porcellanfabriken zu Berlin, Paris, Gotha etc. werden jetzt zu chemischem Behuf Porcellanschaalen von den verschiedensten Grössen und von vorzüglicher Güte verfertigt. Ihre Glasur bleibt nach langem Gebrauch unangegriffen, und man kann darin Salzmassen bis zur Trockne abdampfen, ohne dass die Schaalen springen. Obgleich sie natürlicherweise bei einem sehr plötzlichen Temperatur-Wechsel springen, so vertragen sie doch ohne Schaden Abwechselungen der Temperatur, wobei Glas augenblicklich springen würde. Auch Schaalen von sogenanntem Sanitätsgut oder Hygiocerame sind fast eben so brauchbar. Die Schaalen von Fayence und was man in England Wedgewood's Earthenware nennt, sind nicht zu empfehlen; sie springen fast eben so leicht wie Glas, und werden bald von den darin abgedampften Flüssigkeiten durchdrungen, so dass sie sich in Kurzem durch ihre ganze Masse hindurch färben, und wenn Salzauflösungen in solchen Schaalen einige Wochen lang stehen gelassen werden, so pflegt gewöhnlich auf der Aussenseite der Schaale eine Efflorescenz von Salz zu entstehen.

Die

Die Gestalt der Abdampfschaalen ist je nach ihrem Gebrauche verschieden. Die Verdunstung geht in der Regel um so rascher vor sich, je grösser die Oberfläche der Flüssigkeit ist, und wenn es hauptsächlich auf rasche Verdunstung ankommt, so muss die Schaale weit und flach sein. Die englischen Abdampfschaalen haben die Form Fig. 3. Taf. 1. Will man dagegen eine Flüssigkeit mehr gesammelt, weniger über eine grosse Fläche ausgebreitet, abdampfen, so gibt man den Schaalen die Form von Figur 4 und 5. Erstere gibt man gewöhnlich den Platinschaalen, zumal da eine Schaale bei derselben Oberfläche der Wände um so mehr Flüssigkeit fasst, je mehr sich ihre Form einer Halbkugel nähert.

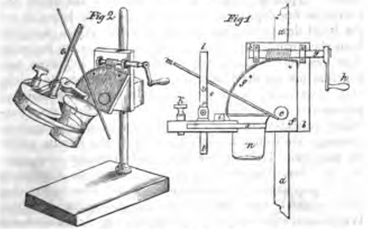
Abgiessen. — Bei chemischen Versuchen eine Flüssigkeit aus einem Gefässe in ein anderes so giessen zu können, dass nichts verloren geht, ist eine Kunst, ohne die man keine analytische Untersuchung anstellen kann. Die Schwierigkeiten beim Abgiessen bestehen darin: 1) dass auf dem Rande des Gefässes, aus dem man giesst, ein Tropfen hängen bleiben kann, der beim Wiederhinstellen des Gefässes an der Aussenseite desselben herunterfliesst, verloren geht und eine Arbeit verdirbt, auf die man schon viele Zeit verwendet hatte; oder auch dass die Flüssigkeit beim Ausgiessen nicht vollständig vom Glase abfliesst, sondern zum Theil an der Aussenseite herunterläuft. Wenn auch dabei nichts wegfliesst, so ist doch die Arbeit schon dadurch verdorben, dass man nach geschehenem Ausgiessen das, was auf dem Glase hängen bleibt, nicht vollständig wieder haben kann. Dieser letztere üble Umstand findet statt, wenn das Glas senkrechte Wände hat, oder wenn es zu voll ist, so dass die äussere Seite desselben mit dem Strahle des herausfliessenden Liquidums einen spitzen Winkel macht. Am besten lässt sich dem vorbeugen durch Anwendung von Gläsern mit einer vortheilhaften Gestalt. Die Glasgefässe, welche sich am besten zu den meisten chemichen Arbeiten mit Flüssigkeiten eignen, haben die Form von Fig. 8. Taf. I., und wegen ihres umgebogenen Randes hat man weniger Verlust zu befürchten. Diese Gläser müssen völlig cylindrisch sein. Wenn sie konisch und nach unten schmaler sind, so legen

sich die Niederschläge an die Seiten und bleiben oft da sitzen. Besser ist es, wenn sie unten etwas weiter, als oben sind. Der Rand oben muss von der Seite gerade abgehen und nicht über 1½ bis höchstens 2 Linien breit sein, weil es sonst schwer hält, auszugiessen, ohne zu verschütten. Aber man hat ein noch sichereres Hülfsmittel, welches darin besteht, dass man an der Stelle, wo man ausgiessen will, den äusseren Rand des Glases mit ein wenig Talg bestreicht, wodurch die Flüssigkeit verhindert wird, an dem Glase herunterzulaufen, und der zuletzt hängen bleibende Tropfen, statt sich über dem Rande auszubreiten, zurückgeht. Ich stecke zu diesem Endzweck ein Stück von einem Talglicht in einen kleinen Cylinder von Bein oder Holz, so dass ersteres etwas über den Rand des Cylinders hervorsteht, den man überhaupt nur wegen der Reinlichkeit anwendet. Durch den Gebrauch des Talgs ist man nicht von der Gestalt des Gefässes abhängig; aber bei starken Auflösungen von kaustischem Alkali, oder wenn die Flüssigkeit so warm ist, dass der Talg schmilzt, ist er nicht anwendbar. 2) Kann beim Ausgiessen ein Verlust entstehen, wenn man eine Flüssigkeit in vollem Strahl unmittelbar in eine andere giesst, indem durch das dabei verursachte Spritzen oft mehrere Tropfen aus dem Gefässe geworfen werden, ohne dass man es immer gewahr wird. Dies vermeidet man dadurch, dass man vermittelst eines an die betalgte Stelle gehaltenen Glasstabes den fallenden Strahl gegen die Wand des Glases leitet, in welches man ausgiesst. Je mehr der Winkel, welchen der Glasstab mit der Seitenwand des ausgiessenden Gefässes bildet, sich einem rechten nähert, um so sicherer geht es. Beim Ausgiessen muss man die Ränder der beiden Gefässe sich nicht berühren und auf diese Weise die Flüssigkeit an der Seite herunterfliessen lassen, weil sonst sehr oft die Flüssigkeit auch auf der Aussenseite herunterläuft.

Nordenskiöld hat ein Instrument erfunden, um bei genauen Analysen ohne Gefahr vor Verlust und ohne dass etwas an der äusseren Seite des Glases herabfliesst, abgiessen zu können. Aus eigner Erfahrung bei dem Gebrauch dieses Instruments kann ich es als höchst zweckmässig empfehlen, und es verdient in allen Laboratorien vorhanden zu sein. Nordenskiöld nennt es *Abgiesser*. Er ist bis

jetzt nirgends beschrieben worden; ich werde daher hier eine Beschreibung und Zeichnung davon mittheilen.

Wenn man ein Liquidum von einem Niederschlag abscheiden will, so geschieht dies gewöhnlich auf die Weise, dass man das Glas, worin sich der Niederschlag zu Boden gesetzt hat, neigt und die klare Flüssigkeit an einem für diesen Zweck an den Rand des Glases gehaltenen Glasstabe herabfliessen lässt. Aber da das Filtrum, in welches das Abgiessen geschieht, die klare Flüssigkeit selten auf ein Mal ganz aufnehmen kann, so muss man, wenn der Trichter gefüllt ist, eine Weile mit dem Abgiessen einhalten, wodurch sich die Flüssigkeit trübt, weil man das Glas nicht so lange in derselben Stellung halten kann. Diesem wird dadurch abgeholfen, dass man an einem gewöhnlichen Filtrirgestelle, das mit einem etwas hohen Pfeiler versehen ist, eine Einrichtung anbringt, welche Fig. 1 von der Vorderseite und Fig. 2 in perspectivischer Stellung zeigt.



a. a. Fig. 1 ist der Pfeiler für die Filtrir-Anstalt, der rund sein muss, damit der Trichter gerade unter den Punct, wo das Abgiessen geschehen soll, gestellt werden kann.

b. b. Fig. 1 ist eine an eine Hülse befestigte Scheibe, die an dem Pfeiler a. auf gewöhnliche Weise wie der Arm an einem Filtrirgestelle mit einer Schraube nach Belieben höher oder niedriger befestigt werden kann. Diese Scheibe ist mit einer Achse versehen, von der nur der runde Kopf c.

zu sehen ist. Auf dieser Achse läuft eine andere Scheibe f. f., an deren zirkelförmigen Rande ein gezähnter Messingbogen so befestigt ist, dass dessen Centrum mit der Axe e. zusammentrifft.

Auf diesen Bogen wirkt eine Schraube ohne Ende g., wodurch die Scheibe f. f. mittelst der Kurbel h. etwas mehr als um 90° gedreht werden kann. An diese Scheibe ist mittelst des Arms i. Fig. 2 eine Vorrichtung befestigt, um ein Glas zu halten, ähnlich Gahn's Eprouvetten-Halter (s. Artikel Gasbehälter), nur mit dem Unterschied, dass der Zapfen k. so weit nach der hintern Seite gerückt ist, dass durch das Centrum der Scheibe ein in dem oberen Ende gespaltener Stift von Eisen oder Messing l. l. gehen kann. Dieser Stift, der mit der Schraube p. höher oder niedriger befestigt wird, dient dazu, in seinem gespaltenen Ende den Glasstab m. mittelst der Schraube o. in einer beliebigen Stellung zu befestigen.

Nachdem das Glas n., welches das zum Abgiessen bestimmte Liquidum enthält, mit dem Bande s. und durch Zuschrauben des Zapfens k. an der gehörigen Stelle befestigt und der Rand des Glases auf die gewöhnliche Weise mit Talg bestrichen worden ist, wird der Glasstab m. m. so befestigt, dass das untere Ende, wo die Flüssigkeit abfliessen soll, ungefähr bis an die Umdrehungsaxe des Instruments reicht. Man kann dann, wenn der zur Aufnahme der Flüssigkeit vorhandene Trichter gerade unter das untere Ende des Glasstabes gestellt worden ist, das Abgiessen dadurch beginnen, dass man die Kurbel h. umdreht. Sobald das Filtrum gefüllt ist oder eine Trübung der Flüssigkeit bemerkt wird, hält man mit dem Abgiessen so lange ein, bis die Flüssigkeit sich wieder abgesetzt hat, ohne dass die bereits erreichte Neigung des Glases vermindert zu werden braucht. Auf diese Weise kann man die klare Flüssigkeit ziemlich vollständig abgiessen und den Niederschlag, wenn es seine Natur gestattet, dadurch auswaschen, dass man dem Glase wieder die aufrechte Stellung gibt, neues Wasser auf den Niederschlag giesst und das Verfahren nach dem Absetzen desselben wiederholt.

Abrauchen — bedeutet dasselbe wie *Abdampfen.*

Alchemie. — So wurde eigentlich anfangs die Chemie genannt; aber schon im vierten Jahrhundert fing man an,

dieses Wort nur für den Zweig der Chemie zu gebrauchen, welcher sich mit der Umwandlung eines Metalles in ein anderes, und mit den Versuchen, Gold zu machen, beschäftigte, und seitdem ist es mit dem Begriff von *Goldmacherkunst* gleichbedeutend geworden. Es war nicht zu verwundern, dass man in der ersten Kindheit der Chemie, wo alles noch ununtersucht da lag, auch auf die Idee der Metallverwandlung gerieth, und dass die Aussicht auf reichen Gewinn die ernstlichsten Versuche, Gold zu machen, veranlasste; aber diese Hoffnung, nachdem sie von Generation zu Generation vierzehn Jahrhunderte hindurch unerfüllt und trüglich geblieben ist, noch bis auf unsere Zeit sich erstrecken zu sehen, muss gewiss in hohem Grade Verwunderung erregen. Von ungefähr dem Anfang des zwölften Jahrhunderts an bis zu Anfang des jetzigen gab es in Europa eine eigene Klasse von absichtlichen Betrügern, die sich Alchemisten nannten, und welche die Kunst, Gold zu machen, zu verkaufen suchten. Der grösste Theil derselben starb, von der Gerechtigkeit von Land zu Land vertrieben, in Armuth; dem einen und anderen glückte es, einen leichtgläubigen Regenten zu betrügen und mit der gemachten Beute zu entfliehen, bevor die Betrügerei entdeckt wurde. Obgleich die Chemie, auf dem Standpuncte, wo sie nun steht, für immer die Alchemisten verbannt hat, so möchte es doch nicht ganz ohne Interesse sein, hier einiges über die Art anzugeben, wie solche Betrügereien mit Goldmachen ausgeführt wurden. Man gab vor, das Gold aus anderen Metallen zu machen, und gewöhnlich wurde diese Veredelung mit Silber oder Quecksilber vorgenommen. Die Veredelung des Silbers geschah nach einer der folgenden Methoden. Es wurde Gold auf trocknem Wege in einem alkalischen Schwefelmetall auf die Weise aufgelöst, dass Glaubersalz in einem Tiegel erhitzt und darauf Kohle zugesetzt wurde, in welche Masse man entweder Gold in Stücken einbrachte, oder die man als Pulver mit Goldoxyd oder pulverförmigen Präparaten von Gold, die damals noch nicht allgemein bekannt waren, vermischt hatte. Entweder liess man nun die geschmolzene Masse erkalten, pulverte sie und gab sie nun für ein geheimnissvolles tingirendes Flusspulver aus; oder man liess den, der betrogen werden sollte, in die schmelzende Masse ein Stück Silber werfen. Das Silber

schlug dann das Gold aus dieser Verbindung nieder, und man erhielt, nach noch etwas fortgesetztem Schmelzen, einen Goldregulus und eine Schlacke, die Schwefelsilber enthielt. Wendete man dagegen das Pulver an, so wurde das Silber zuerst geschmolzen und dann mit seinem doppelten Gewicht Pulver überschüttet, wodurch man dann ebenfalls einen Goldregulus bekam. Auch löste man das goldhaltige Schwefelnatrium auf und nannte diese Auflösung Gradirwasser; wenn man in dieselbe Silber legte, so schlug sich das Gold auf seine Oberfläche nieder, und sah nun aus, als wäre es in Gold verwandelt.

Die Veredelung des Quecksilbers geschah auf mehrfache Weise; entweder wurde heimlich und geschickt ein Goldamalgam hineingebracht, oder es wurde mit einer Karte, zwischen deren Blättern Goldoxyd lag, oder auch mit Papier umgerührt, welches mit einer stark mit Goldoxyd gemengten Dinte beschrieben war, oder welches, nach dem Schreiben, mit einem goldhaltigen Streusand bestreut wurde. Wenn nun das Quecksilber über Feuer kam, und das Papier verbrannte, so wurde das Gold amalgamirt und blieb nach dem Wegrauchen des Quecksilbers mit metallischem Ansehen zurück. Daniel von Siebenbürgen bereitete ein pulverförmiges Goldpräparat, welches er in Italien in vielen Apotheken als ein Universalheilmittel, unter dem Namen *Usufur*, verkaufen liess. Er verschrieb es unter anderen Substanzen, die er seinen Patienten aus der Apotheke holen liess, und woraus er ihnen dann die Arznei zubereitete, ohne aber das Goldpräparat zuzusetzen, welches er für sich behielt. Nachdem es ziemlich bekannt geworden war, erbot er sich, dem Herzog Cosmus I. in Florenz Gold machen zu lehren, und liess den Herzog selbst Usufur aus der Apotheke nehmen, womit der Versuch auch gelang. Der Herzog, welcher auch für sich heimlicherweise die Angabe Daniels richtig befunden hatte, bezahlte die Entdeckung mit 20,000 Ducaten, welche dieser durch eine vorgebliche Reise nach Frankreich in Sicherheit brachte, von wo aus er durch einen Brief dem Herzog den Streich entdeckte, den er ihm gespielt hatte. — Georg Honauer machte für den Kurfürst von Würtemberg Gold, auf die Art, dass der Tiegel mit den Ingredienzien in den Ofen gesetzt, und darauf das Zimmer verschlossen wurde,

während aber ein in einer Kiste versteckter Knabe heraus-stieg, Gold in den Tiegel legte, und sich wieder versteckte. Honauer war indessen weniger glücklich; sein Betrug wurde entdeckt, und der Kurfürst liess Honauer hängen. Zu einer gewissen Zeit machte man Nägel und Messer halb aus Gold und halb aus Eisen, indem man dem Eisen auf der Oberfläche das Ansehen des Goldes zu geben verstand. Man gab nämlich vor, ein Gradirwasser zu besitzen, welches das Eisen in Gold verwandeln könne, und welches nur das Gold rein wasche. Einen solchen Versuch machte ein Mönch mit einem Messer für die Königin Elisabeth von England. Diese Betrügerei glückte so sehr, dass es der bekannte Geoffroy für der Mühe werth hielt, den Versuch mit solchen Nägeln in der Pariser Academie der Wissenschaften nachzumachen, um den Betrug aufzudecken.

Um die Goldmacherkunst noch wahrscheinlicher zu machen, gab man vor, das Gold könne auch zerstört und in Etwas verwandelt werden, woraus sich nicht wieder Gold herstellen liesse. Das Gold wurde mit seinem dreissigfachen Gewicht von einem Fluss aus Cremor tartari, Schwefel und etwas Salpeter geschmolzen. Nach dem Auflösen der Masse in Wasser blieb ein schwarzes Pulver zurück, welches sich nicht mehr in Gold verwandeln liess. Reaumur, Lemery und Geoffroy, welche diese Angabe untersuchten, fanden das Gold in dem beim Schmelzen gebildeten Schwefelkalium aufgelöst, und zeigten, dass das zurückbleibende schwarze Pulver Kohle vom Weinstein war.

Auch in Schweden hat die Goldmacherkunst einigemale Aufsehn gemacht. Der sächsische Generallieutenant Paykull, geboren in Liefland, welches damals schwedisch war, wurde, als er bei Warschau einen Theil von König August's Armee gegen die Schweden anführte, 1705 vom General Nieroth gefangen genommen und von Carl XII. als Verräther zum Tode verurtheilt. Da erbot er sich, wenn man ihm das Leben lassen wollte, wenn auch bei beständiger Gefangenschaft, jährlich für eine Million Reichsthaler Gold zu machen, und zwar weder auf Kosten des Königs, noch des Reichs, und diese Kunst auf Befehl einem jeden Unterthan des Königs zu lehren. Er gab vor, dieselbe von einem polnischen Officier, Namens Lubinski, gelernt zu haben, der sie wiederum von

seiner Seite von einem griechischen Priester zu Corinth gelernt haben sollte. — Urban Hjärne, ein für seine Zeit ganz berühmter schwedischer Chemiker, war der vollkommenen Ueberzeugung, dass Paykull Blei in Gold verwandeln könne. Er gibt an, dass er dazu eine Tinctur gebraucht habe, die, wegen ihrer Flüchtigkeit, durch Antimon, Schwefel und Salpeter hätte figirt, d. h. feuerbeständig, gemacht werden müssen. Nachdem die Tinctur mit diesen in Pulver verwandelt gewesen wäre, hätte ein Quentchen von diesem sechs Quentchen Blei in Gold verwandelt. Der General-Feldzeugmeister Hamilton wäre bei einem solchen Versuche zugegen gewesen; Paykull hätte diese Ingredienzien in Gegenwart von Hamilton gemischt, der sie alsdann mit nach Hause genommen, und sie mit neuen, die er selbst angeschafft hatte, vertauscht hätte. Diese wurden dann den folgenden Morgen zu Paykull gebracht, welcher das Pulver mit seiner Tinctur vermischt und eine gewisse Menge Blei hinzugesetzt hätte; aus dieser Masse, die er zusammengeschmolzen hätte, wären nun für 147 Ducaten Gold erhalten worden. Aus diesem Golde hat man eine Schaumünze von zwei Ducaten Gewicht geprägt, mit der Aufschrift: *Hoc aurum arte chemica conflavit Holmiae 1706. O. A. v. Paykull.* Die bei diesem Goldmachen gegenwärtigen Zeugen waren Hamilton und der Actor publicus in Paykull's Process, der Advokat-Fiscal Fehman. Der Bericht über Paykull's Versuch, Gold zu machen, wurde von Urban Hjärne abgefasst, der selbst in dieser Kunst arbeitete, und in dessen chemischen Schriften man die Liebe zu dem Wunderbaren und Unglaublichen findet, welche für die an Alchemie glaubenden Chemiker so characteristisch ist; es ist daher nicht zu verwundern, dass dieser Bericht uns mit so vielem Anschein von Wahrscheinlichkeit für Paykull's Kunst überliefert worden ist. Man fragt natürlicherweise, warum Paykull's Lehrer diese schätzbare Kunst nicht auf andere Adepten unserer Zeit fortgepflanzt haben. Paykull selbst scheint einige Documente über die Kunst, Gold zu machen, an den General-Feldzeugmeister Hamilton gegeben zu haben, welche noch von seinem Nachkommen, dem Grafen Gustav Hamilton, aufbewahrt werden, und dieser hatte die Gefälligkeit, mich diese Papiere durchsehen zu lassen.

Die darin gegebene Beschreibung gleicht den gewöhnlichen alchemistischen Angaben, aber auf diese Weise konnte das Gold nicht vor Hamilton und Fehman gemacht worden sein, denn es sind dazu ungefähr 140 Tage erforderlich. Die Operation besteht aus drei Abschnitten, von denen jeder eine lange Zeit erfordert. Die Kunst geht da hinaus, auf vielen, theils sehr unsinnigen Umwegen Schwefelantimon in zusammengeschmolzener Form zu erhalten. Dann ist noch das eigentliche geheime Mittel übrig, welches nicht in einer Tinctur, sondern in zwei Pulvern besteht, wovon das eine Zinnober ist, welcher 3 mal mit Spiritus, bis zur Verdunstung desselben, gekocht wird, und das andere Eisenoxyd, das er Crocus martis nennt, und dessen Bereitung er ebenfalls angibt, und zwar auf eine höchst unvortheilhafte Weise mit Eisenspähnen und Salpetersäure. Diese Pulver werden mit dem zuvor erhaltenen Schwefelantimon gemengt, in einem verschlossenen Gefässe in, wie er es nennt, vierzigtägige Digestion gestellt, und darauf $^1/_4$ Loth von diesem Gemenge mit 1 Pfund Antimonium crudum und 2 Loth geläutertem Salpeter geschmolzen. Die geschmolzene Masse wird in einen Giessbuckel gegossen, und setzt zu unterst einen weissen strahligen Metallklumpen ab, der in einem offenen Tiegel so lange gebrannt wird, als er noch raucht, worauf das Gold zurückbleibt. — Jeder, der nur einigermaassen in der Chemie zu Hause ist, ahnet schon, worauf hierbei der Betrug beruht. Crocus martis oder rothes Eisenoxyd und Zinnober können nämlich beide mit grossen Mengen von Goldpurpur gemengt werden, ohne dass dies, wenigstens von ungeübten Augen, zu entdecken wäre. Wird Goldpurpur, der sehr viel Zinn enthält, mit Schwefelantimon zusammengeschmolzen, so wird das Gold vom Zinn ganz auf dieselbe Weise geschieden, wie ich es beim Abtreiben des Goldes mit Antimon an seinem Orte erwähnt habe, und nach dem Wegrauchen des Antimons bleibt das Gold zurück, aber von bedeutend geringerem Gewicht, als das angewendete rothe Pulver betrug.

Das am allgemeinsten angegebene Recept zum Goldmachen ist folgendes: Man digerirt Quecksilber mit Grünspahn, Vitriol, Salz und starkem Essig in einem eisernen Topf, und rührt mit einem Eisenspatel so lange um, bis das

Quecksilber so dick wie Butter geworden ist, worauf man es herausnimmt und abwäscht. Das noch flüssige Quecksilber wird durch sämisches Leder ausgepresst und die ausgepresste Masse, die ein Amalgam von Kupfer ist, in kleine Kuchen geformt, die man in einem Tiegel mit einem Gemenge von gleichen Theilen gepulverter Curcuma und Tutia cementirt; den Tiegel erhitzt man darauf vor einem Gebläse. Nach beendigtem Versuch findet man auf dem Boden des Tiegels einen gelben Regulus, welcher das gewünschte Gold ist. Die Curcuma reducirt die Tutia, welche ein unreines Zinkoxyd ist, und das Kupfer im Amalgam vereinigt sich mit dem Zink zu Messing. — Von ähnlicher Beschaffenheit sind alle angeblichen Darstellungen des Goldes gewesen, und wir dürfen uns nicht verwundern, dass Betrügereien, die nun so offen vor uns liegen, unsere Vorfahren hinter's Licht führen konnten, da damals die Chemie von so Wenigen getrieben wurde, und selbst das Bekannte unzureichend war, mit Gewissheit dergleichen Betrug zu entdecken.

Alembik — ein nun ganz verlassener Destillationsapparat, den man in Fig. 9. Taf. I. sieht. Er besteht aus einem Kolben mit einem aufgesetzten gläsernen Helm, die öfters aus einem Stück geblasen sind, in welchem Fall der Helm mit einer Oeffnung und eingeschliffenem Pfropf zum Eingiessen der Flüssigkeit versehen ist. Andere dagegen bestehen aus zwei Stücken, so dass der Helm auf den Kolben auflutirt wird, und dann braucht jener nicht tubulirt zu sein.

Alkahest — ein bei den Alchemisten vorkommendes Lösungsmittel für alle Körper, das aber nicht existirt. Glauber's Alkahest war eine Auflösung von kohlensaurem Kali in Wasser, erhalten durch Detonation von Salpeter mit Kohlenpulver. Raspur's Alkahest war eine Auflösung von Zinkoxyd mit kaustischem Kali, erhalten durch Detonation von Salpeter mit Zink.

Alkohol — bedeutet heut zu Tage den concentrirtesten Weingeist, ehemals aber jedes äusserst feine Pulver, in welcher Bedeutung man dieses Wort bei älteren Schriftstellern gebraucht findet.

Aludel — wurde eine Art kleiner, runder Gefässe genannt, die an beiden Enden offen und etwas ausgezogen,

aber an der einen Oeffnung weiter waren, so dass sie in einander gesteckt werden konnten. Sie wurden bei Sublimationen gebraucht, indem man sie auf Glaskolben setzte, und so gleichsam den Hals des Kolbens verlängerte. Man bezweckte damit, das Sublimat in verschiedenen Höhen besonders aufzufangen.

Analyse. — Die chemische Analyse setzt die Kenntnisse, die Beurtheilungskraft und die Genauigkeit des Chemikers zugleich auf die Probe. Er hat dabei sowohl die Natur der Stoffe, welche der zu untersuchende Körper enthält, als auch ihr quantitatives Verhältniss zu einander zu bestimmen. Die Analyse ist also von zweierlei Art, *qualitativ* und *quantitativ*, von welchen die erstere immer in einem eigenen Versuche der letzteren vorhergehen muss, weil es unmöglich ist, für das Verfahren, nach welchem das quantitative Verhältniss am besten bestimmt werden kann, einen Plan zu machen, ehe man weiss, welche Bestandtheile der Körper enthält.

Die Gegenstände analytischer Untersuchungen können sich in verschiedenen Aggregationsformen befinden, d. h. feste, flüssige und luftförmige Körper sein; die analytische Methode wird für eine jede dieser Formen verschieden. — Aber nicht genug mit dieser Ungleichheit in der Form, sie können auch in Betreff der Verbindungsart variiren, wenn das, was untersucht werden soll, organischen oder unorganischen Ursprungs ist, wonach die Untersuchungsmethode verschieden wird. Die Analysen variiren ferner, je nachdem man die einfachen Elemente zusammengesetzter Körper, oder die zusammengesetzten Körper, woraus sie bestehend betrachtet werden können, zu bestimmen sucht. Bei einem Körper, der von einer Verbindung zwischen zusammengesetzten Körpern ausgemacht wird, pflegt man die Elemente seine *entfernteren Bestandtheile*, und die zusammengesetzten Körper seine *näheren Bestandtheile* zu nennen; in dem Salpeter z. B. sind Stickstoff, Kalium und Sauerstoff die entfernteren, und Salpetersäure und Kali die näheren Bestandtheile.

Oft sind gemengte Körper der Gegenstand von Analysen. Es ist dann von grossem Werth für die Analyse, wenn die Gemengtheile mechanisch geschieden werden kön-

nen. Bei der Analyse des Magneteisensteins z. B. trennt man, wie ich weiter unten anführen werde, vermittelst eines Magnets das Eisenerz von der Gebirgsart. Pulverförmige Gemenge können zuweilen durch Schlämmen mit Wasser oder Alkohol geschieden werden, indem man die leichteren mit der Flüssigkeit abgiesst, die schwereren aber auf dem Boden zurückbleiben. Man muss bedenken, dass, wie mühsam es auch sein mag, vor der chemischen Analyse eines gemengten Körpers das Gemengte mechanisch zu trennen, die Mühe doch für unbedeutend zu halten ist in Vergleich zu der Unsicherheit in der richtigen Beurtheilung des Resultats, welche entsteht, wenn es nicht geschieht.

Wenn man für die mechanische Trennung solcher Gemenge keinen anwendbaren Ausweg auffinden kann, so sucht man sie vermittelst eines zusammengesetzten Mikroskops zu erkennen, wobei das Instrument oft genug finden lässt, welche sie sind, wodurch dann das analytische Resultat sicherer beurtheilt werden kann. Auf diese Weise wurde vor einiger Zeit durch H. Rose eine alte Streitfrage zwischen den Chemikern entschieden, nämlich ob der Kermes minerale (Th. III. S. 140) Antimonoxyd als wesentlich enthalte, oder nicht. Das Mikroskop zeigte, dass der Kermes, wenn er nach den gewöhnlichen, in den Pharmacopöen gegebenen Vorschriften bereitet wird, kleine Krystalle von Antimonoxyd eingemengt enthält, die mit dem rothbraunen Schwefelantimon nicht chemisch verbunden sind. Man thut also immer wohl, wenn man das, was analysirt werden soll, mit einem zusammengesetzten Mikroskop betrachtet. Man wählt entweder so äusserst dünne Flitter, dass sie durchscheinend sind, oder ein feineres Pulver, betrachtet sie zuerst für sich selbst und darauf in Tropfen von einigen Flüssigkeiten, die ein ungleiches Brechungsvermögen haben, z. B. in Alkohol, Terpenthinöl, Cassiaöl, Petroleum, klarem Terpenthin oder canadischem Balsam. Was sich nicht in einem von diesen zeigt, sieht man oft in einem andern, wie Ehrenberg's vortreffliche Untersuchungen über die Bestandtheile der Kreide dargelegt haben.

Endlich muss ich noch erwähnen, dass man bei gemengten Körpern eine mechanisch-chemische Trennung bewirken kann; und zwar durch verschiedene chemische Reagentien,

welche den einen Gemengtheil auflösen, ohne einen anderen aufzunehmen. Alle Analysen von Thier- und Pflanzentheilen sind in ihrem Anfang nichts anderes, als solche mechanisch-chemische Scheidungen der gemengten Stoffe, welche durch verschiedene Lösungsmittel, z. B. durch Aether, Alkohol, Wasser, von einander getrennt werden.

Analyse unorganischer Kœrper.

1. Unorganische Körper in fester Form. Das erste Moment der Analyse eines jeden festen Körpers besteht darin, denselben vollkommen trocken zu bekommen. Die meisten Mineralien schliessen eine geringe Menge Wassers ein, welches nicht zu ihrer Zusammensetzung gehört, indem sich ihre Zwischenräume mit dem von der Erdoberfläche eindringenden Wasser angefüllt haben. Dies ist auch der Grund, warum man stets den frischen Bruch eines frisch abgelösten Gesteins im ersten Augenblicke seiner Ablösung feucht findet. Viele krystallisirte Mineralien enthalten wirkliches Krystallwasser, andere dagegen blosses Decrepitationswasser, und zerknistern mit Heftigkeit, wenn sie schnell erhitzt werden; poröse, erdförmige oder weiche Mineralien enthalten immer sehr viel Wasser, wovon oft ein grosser Theil und bisweilen alles nur hygroscopisch und aus derselben Ursache und nach denselben Gesetzen eingesogen ist, die ich bereits im ersten Theile, bei der Kraft der Kohle, Luft und Wasser zu absorbiren, erwähnt habe. Wird die Menge des Wassers nicht bestimmt, so verschwindet es während der Analyse, und gibt einen Verlust, dessen Ursache man dann nicht angeben kann.

Solche Körper, welche Glühhitze vertragen, glüht man in einem gewogenen Platintiegel, den man hernach mit seinem Deckel bedeckt, unter einer Glasglocke erkalten lässt, die auf einer geschliffenen Scheibe von Metall oder Glas steht, und unter welche man, um die Luft trocken zu erhalten, eine Schaale mit concentrirter Schwefelsäure gestellt hat. Der erkaltete Tiegel wird eiligst gewogen, ohne vorher geöffnet zu sein. Körper dagegen, die keine strengere Hitze ohne Zersetzung, Verflüchtigung oder Entzündung vertragen, trocknet man in einem dazu eingerichteten Gefässe von

der Beschaffenheit, dass es in kochendes Wasser gesenkt werden kann, während ein langsamer Strom von trockner Luft hindurch geleitet wird. Dies führt man am besten auf die Weise aus, dass man vermittelst eines grossen Caoutschouc-Ballons oder eines Saugapparats die Luft zuerst durch eine mit grobem Pulver von geschmolzenem Chlorcalcium gefüllte Röhre, und von da in das Gefäss, worin der zu trocknende Körper liegt, leitet. Sobald die ausströmende Luft in der Ableitungsröhre keine Feuchtigkeit mehr absetzt, wird das Wasserbad weggenommen, und die Substanz in dem noch fortdauernden Luftstrom erkalten gelassen. Beim Trocknen leicht oxydirbarer Körper bedient man sich, statt atmosphärischer Luft, des Wasserstoffgases, indem man eine Gasentwickelungsflasche mit Zink und verdünnter Schwefelsäure anwendet. Diese Vorrichtung eignet sich vorzüglich zum Trocknen der auf nassem Wege dargestellten Schwefelmetalle.

Substanzen, welche chemisch gebundenes Wasser enthalten, trocknet man zuerst entweder im luftleeren Raum über Schwefelsäure oder in einem Exsiccator bei gewöhnlicher Lufttemperatur, oder auch, wenn eine höhere Temperatur angewandt werden muss, in der Brunner'schen Trocknungsflasche, die dann in ein Wasserbad von bestimmter Temperatur eingesenkt wird. Bedarf es dabei der Kochhitze des Wassers, so benutzt man einen eigenen Trockenapparat mit Wasserbad (s. den Art. *Trocknen*), was so lange fortgesetzt wird, als die Probe noch an Gewicht verliert. Man bestimmt alsdann ihr Gewicht, treibt durch eine höhere Temperatur das chemisch gebundene Wasser aus, und wiegt sie wieder.

Wenn das chemisch gebundene Wasser leicht weggeht, so ist es zuweilen sehr schwierig, das hygroscopische Wasser von dem gebundenen zu unterscheiden, weil die letzte Portion des ersteren gewöhnlich die erste Portion von dem letzteren mitführt. Wenn unorganische Stoffe nicht das Glühen, aber wohl eine Temperatur, die bedeutend über + 100° ist, vertragen, so legt man die zum Austreiben des Wassers bestimmte Portion, fein pulverisirt, in ein an einem Ende zugeschmolzenes Glasrohr, was um so besser sich dazu eignet, je enger es ist, und wiegt in diesem die Probe. Dieses Rohr wird dann in einem kleinen Oelbade über der

Spirituslampe erhitzt, bis die beabsichtigte Temperatur erreicht ist, und man unterhält diese dann eine Stunde lang. Das Rohr wird dann herausgezogen, gehörig von Oel gereinigt und gewogen. Man erhitzt es von Neuem bis zu derselben Temperatur $1/2$ Stunde lang und wiegt es wieder. Hat es dann noch an Gewicht verloren, so muss es wiederum $1/2$ Stunde lang erhitzt und dieses Erhitzen so oft wiederholt werden, bis es endlich zweimal genau dasselbe wiegt.

Ausser Wasser können Mineralien, besonders solche, welche Kieselverbindungen enthalten, im Glühen noch andere flüchtige Stoffe, gewöhnlich Kohlensäure, bisweilen Flusssäure oder Chlorwasserstoffsäure, und zuweilen arsenige Säure oder Sauerstoffgas entwickeln; oder es kann sich noch mehr oxydiren lassen. In allen diesen Fällen muss das Mineral in einer mit tubulirter Vorlage versehenen Retorte geglüht, und die sich entwickelnden gasförmigen Materien durch eine Glasröhre in einen passenden Apparat zum Aufsammeln geleitet werden. Man bedient sich hierzu am besten kleiner Retorten von ächtem Porcellan, die eine hinreichend hohe Temperatur vertragen; aber in Ermangelung dieser kann man kleine gläserne Retorten anwenden, welche man, wenn der Versuch in gelinder Hitze, z. B. in der Flamme einer Weingeistlampe, gemacht wird, am besten selbst vor der Glasbläserlampe, aus Röhren von einem weniger leichtflüssigen Glase, bläst.

Man wiegt zuerst die Retorte, und wenn diese auf der Waage im Gleichgewicht steht, legt man den zur Untersuchung bestimmten Körper, nach den Umständen ganz oder zerstossen, hinein, und wiegt ihn in der Retorte. Man vermeidet dadurch bei seinem Einlegen den Verlust, welcher nicht mit voller Sicherheit zu vermeiden wäre, wenn man das Pulver zuerst wiegen und dann in die Retorte bringen wollte. Der Hals der Retorte wird nun mit der Vorlage, mittelst einer biegsamen Röhre von Caoutschouc, am liebsten ohne Fuge, wie man sie z. B. beim Abschneiden einer gewöhnlichen Caoutschoucsflasche erhält, verbunden. Nur auf diese Art kann man verhüten, dass von Pfropfen oder von Lutum herrührendes Wasser in die Vorlage komme. Man legt die Kugel der Retorte in einen kleinen Tiegel, umgibt sie mit Sand und erhitzt sie darauf allmälig bis zum Glühen.

Retorten von Porcellan werden unmittelbar zwischen Kohlen in kleinen Zugöfen erhitzt. Wenn die Masse in der Retorte glüht, kann man das Feuer ausgehen lassen, wenn sich keine Gasentwickelung eingestellt hat, in welchem Fall die Feuerung fortgesetzt wird, so lange sich Gas entwickelt. Nachdem der Apparat abgekühlt ist, findet man gewöhnlich in dem Halse der Retorte ein wenig Wasser, welches mit einem am Ende eines Eisendraths befestigten Löschpapier, oder auf die Art herausgeschafft werden kann, dass man die Retorte wieder erwärmt, und durch eine in den Hals eingebrachte gläserne Röhre die Luft einsaugt, wodurch das Wasser nach wenigen Augenblicken abdampft. Dies ist ausserdem eine Vorsichtsmaassregel, die mit der Retorte zu beobachten ist, ehe sie zum Versuche angewendet wird, um alle Feuchtigkeit daraus zu entfernen. Die Retorte wird mit ihrem Inhalt gewogen, und was sie weniger wiegt als vorher, ist Glühverlust.

Verschiedene Mineralien, z. B. Glimmer, Augit u. m. a., geben einige wenige Tropfen eines sauren Wassers, worin die Säure Fluorwasserstoffsäure ist, was man theils durch die Kieselsäure, welche der Tropfen nach dem Abdampfen der Flüssigkeit auf dem Glase zurücklässt, theils durch die gelbe Farbe, welche die Säure dem Fernambuckpapier ertheilt, erkennt. Bisweilen ist die Säure in diesem Wasser Fluorbor, sie gibt dann keine Zeichen einer Aetzung des Glases, und das Fernambuckpapier wird an der Stelle, wo es von der sauren Flüssigkeit getroffen wird, erst gelb, aber nach dem Trocknen weiss. Es versteht sich von selbst, dass wenn ausser Wasser noch eine andere Substanz zugleich mit überdestillirt, diese nach den anzugebenden Regeln untersucht werden muss.

Das zweite Moment der Analyse ist, den festen Körper in aufgelösten Zustand zu versetzen. Dies kann geschehen, entweder unmittelbar durch Auflösung in Wasser oder in einer Säure, oder wenn der Stoff nicht davon angegriffen wird, nach vorhergegangenem Glühen, entweder mit einem Alkali oder mit saurem schwefelsauren Kali, wodurch die vorher unauflösliche Verbindung zerstört wird, und seine Bestandtheile die Eigenschaft, von Wasser oder Säuren aufgenommen zu werden, wiedererhalten.

Zur

Zur Auflösung bedient man sich der Chlorwasserstoffsäure oder eines Gemenges derselben mit Salpetersäure *); letzteres besonders in den Fällen, wo der zur Untersuchung bestimmte Körper Substanzen enthält, die zu ihrer Auflösung oxydirt werden müssen. Diejenigen Stoffe, welche durch wiederholte Digestionen von den Säuren nicht aufgelöst werden, sind entweder Kieselsäure, oder beigemischte Theile eines fremden, in Säuren unauflöslichen, mehr zusammengesetzten Stoffes.

Der zur Untersuchung bestimmte Körper wird fein gepulvert. Die gehörige Zersetzung hängt oft gänzlich hiervon ab. Härtere Körper, z. B. Mineralien, werden in Papier eingewickelt und auf einem Amboss mit einem Hammer zerstückelt. Die erhaltenen Stücke werden in Mörsern von Chalcedon oder Feuerstein gepulvert, und das Pulver darauf noch einmal auf einer Platte mit einem Läufer von derselben Steinart mit Wasser gerieben und geschlämmt. In Ermangelung von Chalcedon-Mörsern und Platten kann man sich solcher von Porphyr bedienen; aber diese Steinart ist minder hart, und es mischen sich davon leicht abgenutzte Theile dem feingeriebenen Pulver bei. Die allgemeine Vorschrift ist, den Stein vor und nach dem Pulvern zu wiegen, und aus der entstandenen Gewichtszunahme zu beurtheilen, was er vom Mörser aufgenommen hat; aber diese Vorschrift, so

---

*) Diese Auflösungen geschehen in Glaskolben, bei einer allmälig bis zum Kochen erhöhten Wärme. Der Glaskolben wird in einer Sandkapelle so geneigt gestellt, dass er einen etwas kleineren Winkel als 45° mit der Ebene der Kapelle macht, wodurch Verlust durch Aufbrausen oder Spritzen gänzlich vermieden wird. Je schwerflüssiger, je kieselhaltiger und je weniger bleioxydhaltig das Glas ist, um so besser. Es begegnete mir sonst häufig, dass das Glas bei der Digestion von den Säuren angegriffen wurde, und ich weiss keine bessere Art, dasselbe vorher zu prüfen, als Schwefelsäure oder concentrirte Salpetersäure einige Stunden darin zu kochen; wenn man das Glas darauf nach dem Waschen weniger klar findet, so ist es sehr angegriffen, oder wenn es, so lange es nass ist, klar bleibt, aber bei dem Trocknen, da, wo die Säure stand, unklar wird, so ist es weniger angegriffen, aber auf jeden Fall zu diesen Zwecken untauglich. Wo man kein Königswasser zu nehmen braucht, ist es am besten, die Auflösung in einem Platintiegel, mit nach Innen convex aufgelegtem Deckel, vorzunehmen.

einfach sie auch zu sein scheint, ist ganz unmöglich zu bewerkstelligen. Denn wenn man auch, um das Stäuben zu verhüten, das Steinpulver unter Wasser reibt, so hat es seine, beinahe unüberwindlichen Schwierigkeiten, alles mit einer solchen Vollkommenheit zum Wiegen aufzusammeln, dass man von dieser Genauigkeit einigen Nutzen haben könnte. Vor und nach dem Pulvern den Mörser zu wiegen, und die Gewichtszunahme des Pulvers aus der Abnutzung des Mörsers zu berechnen, wäre wohl leichter; aber dies ist selten von solcher Wichtigkeit, dass etwas Wesentliches dadurch gewonnen wird. Das Pulver wird vor dem Wiegen nach einer der angeführten Methoden getrocknet.

Die zu Untersuchungen vorkommenden Stoffe bestehen in Verbindungen *oxydirter* oder *brennbarer* Körper. Ich werde die Analyse der oxydirten Körper zuerst abhandeln, weil die brennbaren, um getrennt werden zu können, durch die analytische Operation oxydirt werden müssen. Die in Säuren aufzulösenden Stoffe werden in den Gefässen, worin dies geschehen soll, abgewogen, weil das Ausschütten eines trocknen Pulvers aus dem einen Gefässe in ein anderes selten ohne Verlust möglich ist. Sie werden darauf mit der Säure übergossen. Einige Stoffe, die sich vor dem Glühen in Säuren leicht auflösen lassen, verlieren bei dem Glühen diese Eigenschaft, z. B. die meisten wasserhaltigen Bi- und Tri-Silicate von Kalk- und Thonerde; von diesen wendet man zur Bestimmung des Wassergehalts einen eigenen Theil, und einen anderen zur Auflösung in Säure an.

Die Aufschliessung der auf nassem Wege unauflöslichen Stoffe durch Brennen wird folgendermaassen bewerkstelliget: Das feingeriebene Steinpulver wird in einem Platintiegel mit feingeriebenem kohlensauren Kali vermittelst einer an den Enden abgerundeten gläsernen Röhre genau vermischt; nachdem dies gehörig geschehen (wozu eine ziemlich lange Zeit nöthig ist), streicht man die gläserne Röhre in einer kleinen Menge gepulverten kohlensauren Kali's ab, welches darauf in den Tiegel gelegt wird. Verschiedene Körper erfordern verschiedene Quantitäten Alkali's; man nimmt gewöhnlich das drei- bis fünffache des Gewichts vom Steinpulver. Die trockene Masse setzt man, in dem mit seinem Deckel versehenen Platintiegel, einer anfangs gelinden Hitze aus, die nachher

bis zum Schmelzen der Masse geht, im Fall sie geschmolzen werden kann. Wenn man sie zu schnell schmilzt, so geräth sie durch das Entweichen des kohlensauren Gases in Kochen, es spritzen Theile davon umher, und gehen zwischen dem Deckel und Tiegel heraus. Die Probe muss dann wiederholt werden. Ein einstündiges, anhaltendes Glühen ist öfters mehr als hinreichend.

Mehrere Mineralien lassen sich vom kohlensauren Alkali nicht zerlegen, sondern können nur durch Glühen mit kaustischem Alkali aufgeschlossen werden. Hierher gehören alle diejenigen, welche Zirkonerde, Tantalsäure oder Zinnoxyd enthalten, und sie sind um so schwerer zu zerlegen, je mehr sie von diesen Stoffen enthalten. In diesem Fall muss man einen Tiegel von Silber anwenden; das gewogene Steinpulver wird zuerst eingelegt und dann mit dem vier- bis sechsfachen seines Gewichts Kalihydrat gemengt. Diese Operation erfordert viele Vorsicht, weil das Kalihydrat leicht schmilzt, und das Entweichen des Wassers ein heftiges Kochen und Umherspritzen verursacht, wodurch Theile der geschmolzenen Masse leicht herausgeworfen werden. Der Tiegel muss daher tief und mit einem nach Innen convex gebogenen Deckel bedeckt sein. Das Glühen geschieht am besten über der Argandschen Spirituslampe, die eine hinreichende Hitze gibt, und diese besser regiert werden kann, man auch nicht das Schmelzen des Tiegels durch zu hohe Temperatur zu befürchten hat. Nachdem das Kochen aufgehört hat, wird die Hitze bis zum Glühen erhöht, womit man wenigstens eine Stunde fortfährt. Ausserdem verweise ich hierbei noch auf eine bei der Zirkonerde im II. Th. p. 390 angeführte Methode, die Zirkone mit kaustischem Kali aufzuschliessen. Die Behandlung mit Kalihydrat im Silbertiegel hat ausserdem den Uebelstand, dass die Masse silberhaltig wird und man während der Anaiyse Chlorsilber abzuscheiden bekommt, was, wenn es auch ausführbar ist, doch immer einen Umweg veranlasst, der zu einem fehlerhaften Resultat führen kann. Abich hat daher eine andere Methode eingeführt, die darin besteht, dass man das geschlämmte Pulver in einem Platintiegel mit der vier- bis sechsfachen Gewichtsmenge kohlensaurer Baryterde mischt und diesen Tiegel, eingeschlossen in einen anderen von feuerfestem Thon, in der Sefström-

schen Esse 8 Minuten lang dem Gebläsefeuer aussetzt, vom begonnenen Glühen an gerechnet. Bei dieser Hitze schmilzt der kohlensaure Baryt und löst die Probe mit der grössten Leichtigkeit auf, auch wenn sie nicht besonders fein gerieben war.

Nach beendigtem Glühen wird der Tiegel abgekühlt, und die Masse in verdünnter Chlorwasserstoffsäure aufgelöst. Dies bewerkstelligt man am besten so, dass man die Masse aus dem Tiegel herausnimmt, was, wenn man kohlensaures Kali angewendet hat, sehr leicht geht. Man kehrt den Tiegel über einem passenden gläsernen Gefässe um, und durch wiederholtes gelindes Zusammendrücken der Wände des Tiegels, was jedoch die Federkraft des Metalls nicht übersteigen darf, löst sich die Masse bald ab und fällt in's Glas. Das noch im Tiegel festsitzende wird mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure abgelöst und zu der im Glase befindlichen Salzmasse gegossen. Sie wird hier mit Wasser übergossen und das Gefäss mit einem nach Innen gebogenen, uhrglasähnlichen Glase bedeckt. Es wird von Zeit zu Zeit Chlorwasserstoffsäure zugesetzt, so lange als noch etwas unaufgelöst ist, und wenn alles Aufbrausen aufgehört hat, wird das Gefäss zuvor noch in gelinde Wärme gestellt, um alle Kohlensäure zu entfernen, weil das während des Abdampfens durch ihr Entweichen verursachte Spritzen immer Verlust mit sich führt. Man hat sich dabei zu erinnern, dass wenn die Flüssigkeit so concentrirt geworden ist, dass das gebildete Chlorkalium nicht aufgelöst bleibt, sondern in dem Maasse niederfällt, als es sich bildet, die Masse nicht mehr zersetzt wird, wie viel Salzsäure auch zugesetzt werden mag. Daher muss die Masse stets mit Wasser verdünnt werden, sobald man bemerkt, dass sich Salz abzusetzen anfängt. Ist die Zersetzung vollkommen gewesen, so ist die Auflösung klar, und es bleibt nichts unaufgelöst zurück, oder wenn etwas Unaufgelöstes sich in der Flüssigkeit befindet, so bildet es leichte Flocken, ähnlich einer eben niedergeschlagenen Substanz. Ist im Gegentheil noch ein Theil des Minerals unzersetzt, so liegt es schwer am Boden, und wenn man mit einem gläsernen Stabe darin umrührt, so fühlt es sich wie feiner Sand an. Es ist dann am besten, den Versuch mit einer neuen Portion zu wiederholen. Die ge-

wöhnliche Ursache dieses Misslingens ist Mangel an Sorgfalt beim Schlämmen, wodurch weniger feine Theile eingemengt gewesen waren.

Geschah das Glühen mit kaustischem Kali, so kann die Masse nicht aus dem Tiegel genommen werden. Man reinigt dann die äussere Seite des Tiegels und stellt ihn in eine Schaale von Porcellan, damit die durch das Aufbrausen umhergespritzten Theile abgespült und zur Auflösung gesammelt werden können. Man setzt einen Ueberschuss von Chlorwasserstoffsäure zu, bis die Masse völlig zur klaren Flüssigkeit aufgelöst ist. Was von der Säure nicht aufgelöst wird, ist gewöhnlich noch unzerlegtes Steinpulver, welches man einem neuen Glühen unterwerfen muss, bis endlich keine in der Säure unauflöslichen Theile mehr zurückbleiben. Thonerdehaltige krystallisirte Fossilien geben oft nach 3 bis 4 mal wiederholten Glühungen unaufgeschlossene Rückstände, die man auf's Neue glühen muss; was jedoch nicht der Fall ist, wenn sie auf die von Abich vorhin angeführte Weise mit kohlensaurer Baryterde in viel höherer Temperatur behandelt worden sind, was also sehr vorzuziehen ist.

Manche mineralische Substanzen lassen sich durch Glühen mit feuerbeständigen Säuren leichter als mit Alkali aufschliessen, wozu namentlich die natürlichen titansauren, tantalsauren, wolframsauren Verbindungen, so wie nach H. Rose auch die Verbindungen der Thonerde mit Talkerde und Zinkoxyd (Spinell und Gahnit), ferner Chromeisen und Cymophan gehören. Man nimmt hierzu reines schwefelsaures Kali, welches man in einem Platintiegel mit etwas weniger als dem halben Gewicht destillirter, concentrirter Schwefelsäure vermischt; diese Masse schmilzt man so lange, bis das Wasser der Säure weggegangen ist, und die Masse ruhig und ohne Kochen fliesst. Man vermischt nun 1 Th. geschlämmtes Pulver von der zu zersetzenden Probe recht genau mit 5 bis 6 Th. von jener erstarrten, gepulverten Salzmasse, und hält das Gemenge in einem Platintiegel so lange in glühendem Fluss, und zwar bei aufgelegtem Deckel, ohne welchen die überschüssige Säure zu leicht verfliegen würde, bis Alles zu einer durchsichtigen klaren Masse aufgelöst ist; diese kocht man nach dem Erkalten mit Wasser aus, wobei Tantalsäure, Titansäure oder Wolframsäure ge-

wöhnlich ungelöst bleiben, aber in wasserhaltigem und mit andern Körpern verbindbarem Zustand, während die Basen in der Auflösung enthalten sind.

Nachdem nun die Bestandtheile der Probe in auflöslichen Zustand versetzt sind, hat man zu untersuchen: *a)* welche sind diese Bestandtheile? und *b)* in welcher Quantität sind sie vorhanden?

Qualitative Untersuchung.

Bei der qualitativen Untersuchung muss man in der Probe alle die Stoffe suchen, welche man darin zu vermuthen Ursache hat, und zugleich beweisen, dass sich keine andere darin befinden. Man thut daher am besten, einen bestimmten Theil des zu untersuchenden Körpers dazu anzuwenden, welchen man nicht mit so grosser Genauigkeit zu wiegen braucht.

A. Zur Abscheidung der Kieselsäure aus den kieselsauren Verbindungen wendet man bei der qualitativen und quantitativen Probe ein gleiches Verfahren an. Die erhaltene Auflösung wird in einer mit Papier bedeckten Schaale bei gelinder Wärme, und zuletzt am besten im Wasserbade, zur Trockne abgedampft. Man nimmt am liebsten Platinschaalen, oder, in Ermangelung dieser, Schaalen von ächtem Porcellan. Ist die Auflösung in Königswasser geschehen, oder enthält ein Mineral einen Stoff, der Chlor entwickeln kann, z. B. Mangan, Cerium u. a., so darf man die Auflösung nicht in Platingefässen abdampfen, weil das Metall davon angegriffen wird und das Resultat der Analyse verloren geht, sondern man bedient sich dann des Porcellans. Man muss hierzu nie Glas nehmen, weil dieses niemals von so guter Qualität zu erhalten ist, dass es nicht gegen das Ende der Abdampfung zerlegt zu werden anfinge. Die Hitze darf nicht so stark sein, dass die Flüssigkeit in's Kochen kommt; die an das aufgelegte Papier aufgespritzten Theile gehen verloren. Gegen das Ende der Operation ist es am besten, die erstarrende Masse umzurühren, bis sie völlig trocken ist und nicht mehr nach Chlorwasserstoffsäure riecht, weil, ohne diese Vorsicht, beim Zugiessen von Wasser ein Theil der Kieselsäure sich wieder auflöst. Wenn aber die Masse ein-

getrocknet ist, so haben oft Eisenoxyd, Thonerde und Talkerde ihre Säure verloren, und sie würden beim Uebergiessen mit Wasser unaufgelöst bleiben, wenn man diese Säure nicht ersetzte. Man befeuchtet daher die trockene Masse mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure, bedeckt das Gefäss mit einer Glasscheibe, und lässt es so eine oder ein paar Stunden stehen, worauf es mit Wasser versetzt und die Auflösung filtrirt wird. Was auf dem Filtrum zurückbleibt, ist Kieselsäure. Ist man genöthigt gewesen, kaustisches Alkali im Silbertiegel anzuwenden, so enthält die so erhaltene Kieselsäure Chlorsilber, welches, nachdem die Kieselsäure mit Wasser ausgewaschen worden ist, mit concentrirtem kaustischen Ammoniak, welches das Silbersalz auflöst, ausgezogen wird.

Dass es Kieselsäure und nichts anderes sei, ergibt sich aus Folgendem: Sie muss weiss sein, bei dem Glühen noch weisser werden, und eine leichte erdige Masse bilden. Mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure digerirt, muss diese nichts auflösen und nicht davon gefärbt werden. Auf Kohle vor dem Löthrohr mit gleichviel Natron geschmolzen, muss sie ein klares, farbloses Glas geben; und sowohl vor als nach dem Glühen mit einer hinreichenden Quantität kohlensaurem Natron gekocht, muss sie zur farblosen, beim Erkalten gelatinirenden Flüssigkeit vollkommen aufgelöst werden. Alle davon abweichenden Verhältnisse zeigen eine fremde Beimischung an, und erfordern, dass die Kieselsäure, gleich dem Steinpulver, mit Alkali auf's Neue behandelt werde, um zum Abscheiden der fremden Stoffe wieder aufgelöst zu werden. Auch kann man in dieser Absicht die Kieselsäure in einer kochendheissen Auflösung von kohlensaurem Kali auflösen, die siedendheisse Auflösung mit kochendem Wasser verdünnen, um das Gelatiniren beim Erkalten zu verhüten, und die Flüssigkeit, wenn sie erkaltet ist, von dem Unaufgelösten abgiessen, und den Rückstand untersuchen. Dies wird besonders dann nöthig, wenn man kieselhaltige Substanzen untersucht, die sich schon auf nassem Wege aufschliessen lassen. Auch kann man sie in Fluorwasserstoffsäure auflösen, die Lösung zur Trockne verdunsten, den Rückstand noch ein Mal mit der Säure anfeuchten, darauf einige Tropfen Schwefelsäure zusetzen, verdunsten und den Rückstand bis zum Glühen erhitzen, der dann ein schwefelsaures Salz von

den der Kieselsäure eingemischten Basen ist. Aber dies hat den Fehler, dass man, wenn die Kieselsäure mit unzersetztem Mineral vermischt war, dabei auch die Kieselsäure, welche diesem angehörte, ausgetrieben hat.

B. Die filtrirte Auflösung enthält jetzt die übrigen Bestandtheile in Form von Chlorüren aufgelöst. Um auszumitteln, welche sie sind, setzt man zuerst kaustisches Ammoniak hinzu, bis die Flüssigkeit schwach darnach riecht. Ein Ueberschuss dieses Alkali's ist dabei nothwendig, weil sonst der Niederschlag basische Chlorüre enthält, die sich während des Waschens öfters im Waschwasser aufzulösen anfangen und dadurch irre leiten. Ein grosser Ueberschuss dagegen darf nicht zugesetzt werden, weil er ein wenig Thonerde auflöst. Das Ammoniak scheidet alle Basen, die schwächer als dieses Alkali sind, ab, und lässt, ausser den feuerfesten Alkalien, Baryt-, Strontian-, Kalk- und Talkerde und einen Theil Manganoxydul in der Flüssigkeit zurück. Ist das Eisen nicht als Eisenchlorid vorhanden, so bleibt auch ein Theil Eisenoxydul in der Auflösung. Enthielt die Flüssigkeit Zink, Nickel, Kupfer oder Kobalt, so bleibt der grösste Theil dieser Oxyde in dem überschüssigen Ammoniak aufgelöst.

C. Das Ammoniak schlägt die eigentlichen Erden und Metalloxyde nieder. Man lässt den Niederschlag in einem Gefässe, welches, zur Abhaltung der Kohlensäure, welche kohlensaüre Kalkerde niederschlagen würde, mit einer geschliffenen Glasscheibe luftdicht bedeckt werden kann, zum Klären stehen. Die Flüssigkeit wird so schnell wie möglich filtrirt, und der Niederschlag auf dem Filtrum mit kochendem Wasser gewaschen. Nachdem man zu filtriren angefangen hat, darf man diese Arbeit nicht eher verlassen, als bis der Niederschlag anfängt völlig ausgewaschen zu sein, wenn man anders einer Einmischung von kohlensaurer Kalkerde entgehen will.

D. Die durchgelaufene Flüssigkeit wird mit Schwefelwasserstoffgas oder mit Kalium-Sulfhydrat auf einen möglichen Metallgehalt geprüft. Entsteht ein Niederschlag, so wird derselbe vor dem Löthrohr untersucht, welches die besten und leichtesten Kennzeichen für unorganische Körper abgibt. Bei jedem einzelnen Metalloxyde habe ich sein Ver-

halten vor dem Löthrohr angeführt, und ich verweise deshalb auf die über die Anwendung des Löthrohrs im Artikel *Löthrohr* gegebenen Vorschriften. — Einige Tropfen eines schwefelsauren Salzes geben zu erkennen, ob Baryt- oder Strontianerde anwesend ist. Oxalsaures Amoniak schlägt Kalkerde nieder, und nachdem diese abgeschieden ist, wird phosphorsaures Natron zugesetzt, welches die Gegenwart der Talkerde anzeigt.

E. Der Niederschlag mit Ammoniak (von *C.*) wird mit einer Lauge von kaustischem Kali behandelt, womit er in einem Gefässe von Glas, Silber oder Platin erwärmt wird. Das Kali löst Thonerde oder Beryllerde auf, und ziehet zuweilen mit den Basen gefällte Säuren, wie Phosphor-, Arsenik-, Borsäure u. a., aus. Am besten ist es, eine sehr concentrirte Kalilauge zu nehmen und zu kochen, um die Thonerde sicher auszuziehen. Man darf nicht mit einer verdünnten Kalilauge kochen, sobald man den geringsten Grund hat, Beryllerde zu vermuthen, weil deren Lösung in Kalihydrat nicht das Kochen verträgt, wenn sie verdünnt ist, indem die Beryllerde dann daraus wieder niederfällt. Nachdem die Lösung erkaltet ist, wird sie mit so viel Wasser verdünnt, dass sie ohne Zerstörung des Filtrums filtrirt werden kann. Man filtrirt nun das Aufgelöste von dem Ungelösten ab. Das Kali muss stets im Ueberschuss angewandt werden. Ist dies nicht geschehen, so bemerkt man es leicht daran, dass die filtrirte Flüssigkeit, mit einem Tropfen Salzsäure vermischt, einen Niederschlag von Thonerde gibt, der sich nicht wieder auflöst, wenn die Flüssigkeit umgerührt wird. Ist das Kali dagegen im Ueberschuss angewandt, so wird er sogleich wieder aufgelöst. Gibt Salzsäure keinen Niederschlag, so hat man entweder einen unnöthig grossen Ueberschuss von Kali genommen, oder das Mineral enthält keine Thonerde. Wird der Niederschlag bleibend, so muss das Ungelösste mit mehr Kali behandelt werden. Die abfiltrirte Kaliflüssigkeit und das Waschwasser werden dann bis zum Kochen erhitzt und ½ bis 1 Stunde lang darin erhalten. War Beryllerde darin aufgelöst, so fällt sie während des Kochens nieder. Sie wird dann nach dem Erkalten abfiltrirt und mit kochendem Wasser gewaschen. Die Auflösung wird vom Unaufgelösten abfiltrirt. Die alkalische

Flüssigkeit wird mit Chlorwasserstoffsäure gesättigt, wovon so viel zugesetzt wird, dass sich die anfangs niedergeschlagene Erde wieder auflöst, worauf die Flüssigkeit mit überschüssig zugesetztem kohlensauren Ammoniak niedergeschlagen wird. Es fällt dabei die Thonerde nieder, aber der Ueberschuss von kohlensaurem Ammoniak löst die Beryllerde auf, und wenn die Flüssigkeit filtrirt und, so lange sie nach Ammoniak riecht, gekocht wird, so scheidet sich die Beryllerde aus, indem die Flüssigkeit milchig wird, und nach beendigtem Kochen ein voluminöses, weisses Pulver absetzt. Die so erhaltene Beryllerde wird vor dem Löthrohre mit kohlensaurem Natron im Reductionsfeuer auf einen möglichen Gehalt an Zinkoxyd geprüft. Man sucht dieses auch mit Schwefelwasserstoff in der Flüssigkeit, aus welcher die Fällung geschah. Das Zinkoxyd ist nämlich, gleichwie die Beryllerde, sowohl in Kalihydrat, als auch in kohlensaurem Ammoniak löslich, wird aber die letztere Lösung gekocht, so treibt das Zinkoxyd eine Portion Ammoniak aus dem in der Lösung befindlichen Salmiak. Dies ist auch wohl bei der Beryllerde der Fall, aber diese wird dann mit kaustischem Ammoniak ausgefällt, ohne dass sie in einem Ueberschuss davon wieder aufgelöst wird. Das Zinkoxyd wird dadurch anfangs gefällt, aber dann wieder aufgelöst. Wird kohlensaures Ammoniak in sehr grossem Ueberschuss zugesetzt, so löst sich ein kleiner Theil Thonerde auf, die oft nach sehr langem Kochen die Flüssigkeit trübt, aber sie unterscheidet sich von der Beryllerde theils durch ein anderes Ansehen, und theils dadurch, dass wenn ein wenig kohlensaures Ammoniak zugesetzt wird, sich die Beryllerde nach Verlauf von einer oder ein paar Stunden auflöst, Thonerde hingegen unverändert bleibt.

War Phosphorsäure in der Probe, so enthält die Thonerde Phosphorsäure in Gestalt von basischem Salz. Man löst sie dann in Salzsäure, verdunstet die Lösung im Wasserbade bis zur völligen Trockne, löst den trocknen Rückstand in ein wenig Wasser, wobei neutrale phosphorsaure Thonerde ungelöst bleibt, die auf einen Gehalt an Phosphorsäure vor dem Löthrohre geprüft wird (s. Löthrohr). Der Umweg mit dem Auflösen in Salzsäure und dem Verdunsten hat zum Zweck, den Gehalt an Phosphorsäure auf eine geringere Menge von Thonerde zu concentriren, um für sie eine deut-

liche Reaction zu bekommen, die, wenn der Gehalt an Phosphorsäure gering ist, nicht so leicht erhalten wird.

Aus dem in kaustischem Kali unauflöslichen Rückstand zieht kohlensaures Ammoniak Yttererde, Zirkonerde, Nickeloxyd, Kobaltoxyd, Ceroxydul, Ceroxyd und Uranoxyd, die beiden ersten und das Ceroxydul farblos, und die zwei letzten mit einer gelben Farbe aus. Wenn man vor der Anwendung des kohlensauren Ammoniaks das in Kalilauge Unlösliche und davon Abgewaschene mit einer Lösung von Salmiak etwa 1 Stunde lang kocht, so zieht dieser Nickeloxyd und Kobaltoxyd aus, so wie auch einen Rückhalt von Zinkoxyd und Talkerde, die immer zurückbleiben, wenn der Niederschlag Thonerde und Eisenoxyd enthält. Darauf können aus dem Rückstande die Erden und das Uranoxyd mit einer concentrirten Lösung von Ammoniak-Sesqui- oder Bicarbonat ausgezogen werden.

Der in kohlensaurem Ammoniak unlösliche Theil wird in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst. Wenn etwas dabei unaufgelöst zurückbleibt, so ist es Kieselsäure, Titansäure oder Tantalsäure, worüber das Löthrohr entscheidet.

Das Aufgelöste ist selten etwas anderes als ein Gemenge von Eisenoxyd und Manganoxydul. Die Auflösung wird vollkommen, oder am liebsten so mit kaustischem Ammoniak neutralisirt, dass nach einer kurzen kalten Maceration Eisenoxyd am Boden niedergeschlagen liegt, während die Flüssigkeit noch die gelbe Farbe behält, worauf das übrige Eisenoxyd durch ein neutrales, bernsteinsaures Salz mit alkalischer Basis niedergeschlagen wird. Darauf wird die Lösung ½ Stunde lang gekocht. Eine andere Methode besteht darin, dass man den Theil des Niederschlags, welcher bei den vorhergehenden Behandlungen übrig bleibt, in verdünnter Schwefelsäure auflöst, die Lösung mit kaustischem Ammoniak sättigt und hiervon so viel zusetzt, dass die Lösung tief roth wird und dass nach 1 Stunde noch eine geringe Menge Eisenoxyd auf dem Boden liegt, die sich nicht wieder auflöst. Dann wird die Lösung mit vielem Wasser verdünnt und 1 Stunde lang gekocht. Das Eisenoxyd fällt dabei in Gestalt von überbasischem schwefelsauren Eisenoxyd nieder, und die Flüssigkeit wird farblos. Sie wird dabei sauer und es bleibt gewöhnlich eine geringe Spur Eisenoxyd darin auf-

gelöst, was nicht der Fall ist, wenn man die Flüssigkeit mit bernsteinsaurem Alkali gefällt und sie hinlänglich gekocht hatte. Bei Untersuchungen von Mineralien, die viel Eisenoxyd enthalten, ist die letztere Methode besonders anwendbar, weil die Bernsteinsäure ein theures Reagens ist. Wird die Fällung mit Schwefelsäure angewandt, so muss man jedoch, nach Fällung der filtrirten Flüssigkeit mit Ammoniak, Wiederauflösen des Niederschlags in Salzsäure und Neutralisirung dieser Lösung, den Rückhalt von Eisenoxyd mit ein paar Tropfen bernsteinsaurem Alkali ausfällen und das Gemisch kochen, um die letzte Spur von Eisen wegzunehmen.

Eine andere Methode, das Eisenoxyd auszufällen, die bei quantitativen Untersuchungen mit Vortheil angewandt wird, besteht darin, dass man die Lösung mit kohlensaurem Bleioxyd vermischt; dieses muss jedoch aus krystallisirtem salpetersauren Bleioxyd und kohlensaurem Ammoniak bereitet worden sein, damit es sicher rein ist. Dadurch wird das Eisenoxyd ausgefällt, und die Flüssigkeit wird, wenn sie die Farbe eines Eisenoxydsalzes ganz verloren hat, filtrirt, das aufgelöste Bleioxyd durch schwefelsaures Ammoniak oder schwefelsaures Natron, je nach den Umständen, ausgefällt, die Flüssigkeit abfiltrirt und weiter untersucht. Man kann das Blei auch mit Schwefelwasserstoff ausfällen; enthält die Lösung aber ein Metalloxyd, welches dadurch gefällt werden kann, so fällt dies mit dem Blei nieder und entgeht der Beachtung. Auf diese Weise können Kupferoxyd, Zinkoxyd, Nickeloxyd und Kobaltoxyd aus der neutralen Flüssigkeit mit dem Schwefelblei leicht ausgefällt werden, besonders wenn ihre Menge sehr gering ist.

Die von dem Eisenoxyd befreite Lösung enthält in den meisten Fällen nur Talkerde und Manganoxydul. Sind aber fremde, auch in kaustischem Kali lösliche Oxyde in der Probe enthalten, so werden sie durch kaustisches Kali nicht vollkommen ausgezogen (Thonerde und Beryllerde ausgenommen) und sie finden sich dann in der Lösung wieder. Enthält die Probe Thonerde und Talkerde, und geschieht die Fällung mit kaustischem, anstatt kohlensaurem, Ammoniak, welches letztere dann immer angewandt werden muss, so fällt mit dem Eisenoxyd ein Talkerde-Aluminat nieder; aus

diesem wird dann die Thonerde nebst dem Eisenoxyde durch die dazu angewandten Reagentien ausgefällt, und die Thonerde bleibt in der Lösung zurück.

Die Metalloxyde fällt man aus der rückständigen Lösung am besten durch Fünffach-Schwefelkalium, KS^5, welches von aller Einmischung von kohlensaurem Kali frei sein muss. Die Metalle fallen dadurch als Supersulfurete nieder, und die Talkerde bleibt in der Lösung zurück, aus der sie durch kohlensaures Kali kochend ausgefällt wird. Ist es nur Aufgabe, über ihre Gegenwart durch eine Reaction Gewissheit zu erlangen, so macht man einen Zusatz von phosphorsaurem Natron und kaustischem Ammoniak, wobei phosphorsaure Ammoniaktalkerde niedergeschlagen wird. Zuweilen enthalten Mineralsubstanzen Phosphorsäure, Borsäure, Fluorwasserstoffsäure oder noch andere unorganische Säuren. Diese schlagen sich dann mit den durch Ammoniak gefällten Basen als basische Salze, ohne dass man sie bemerken kann, nieder; man muss daher sowohl die Thonerde, als die Eisen- und Manganoxyde darauf prüfen. Diese Niederschläge werden dann nach den für die Prüfung der Salze und der Entdeckung dieser Säuren gegebenen Regeln (Th. IV. p. 26—65, so wie auch im Artikel *Löthrohr*) untersucht.

Wenn man in einem Silicat, welches durch Säuren nicht zersetzt wird, Alkali sucht, so bedient man sich der kohlensauren Baryterde und zersetzt mit dieser das Steinpulver in der Glühhitze, nach der im Vorhergehenden von Abich angegebenen Methode. Hat man keine Sefström'sche Esse zur Disposition, so muss man 6mal so viel kohlensaure Baryterde, als fein geschlämmtes Pulver, nehmen und das Gemisch in einem gewöhnlichen, gut ziehenden Ofen zwischen Kohlen 1 bis 1½ Stunden lang glühen. Die geglühete Masse wird, wie bei dem Glühen mit Alkali angeführt worden ist, herausgenommen, worauf die Masse in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, und nachdem die Kieselsäure auf die oben angeführte Art abgeschieden ist, die Baryterde mit Schwefelsäure niedergeschlagen wird. Die übrigen aufgelösten Stoffe werden durch basisches kohlensaures Ammoniak abgeschieden; die Niederschläge können gemischt und auf demselben Filtrum gesammelt und gewaschen werden. Die abgelaufene Flüssigkeit wird abgedampft, und nachdem sie auf ein geringeres

Volumen eingeengt worden ist, wird sie mit ein wenig oxalsaurem Ammoniak versetzt, um einen Theil Kalkerde, der sich noch in der Flüssigkeit befinden kann, niederzuschlagen. Sie wird darauf filtrirt, zur Trockne abgedampft, und die Salzmasse zum Verjagen des Ammoniaksalzes erhitzt. Wenn sich ein Rückstand findet, so ist dieser ein saures schwefelsaures Salz mit alkalischer Basis. Bei der quantitativen Analyse werde ich angeben, wie man die Natur des im Salze befindlichen Alkali's ausmittelt, und wie man Alkali von Talkerde unterscheidet, welche letztere bei dieser Gelegenheit als schwefelsaure Talkerde zurückbleibt, wenn diese Erde in der Probe enthalten war.

Eine Methode, Alkali zu entdecken, die weit weniger Umwege erfordert und viel schneller geht, besteht in der Zersetzung des Minerals mit Fluorwasserstoffsäure. Man übergiesst das feingeschlämmte Mineralpulver in einem Platintiegel mit Fluorwasserstoffsäure, die keineswegs concentrirt oder rauchend zu sein braucht. Der Deckel des Tiegels wird umgekehrt darauf gelegt und der Tiegel in ein Wasserbad gestellt. Die Masse wird von Zeit zu Zeit mit einem steifen Platindrath umgerührt und die Digestion in dem Wasserbade fortgesetzt, bis die Masse trocken geworden ist. Die Basen sind dann in Fluorsilicate verwandelt. Man vermischt die Masse tropfenweise mit etwas mehr destillirter Schwefelsäure, als zur Verwandlung der Basen in schwefelsaure Salze nöthig ist, verdunstet im Wasserbade, bis nur noch der Ueberschuss von Schwefelsäure übrig ist, der am Ende über der Flamme einer Spirituslampe verdunstet wird, bis alles Rauchen aufgehört hat. Die rückständige Masse wird mit kochendem Wasser ausgelaugt und die Lösung, wie vorhin angeführt wurde, behandelt. Was von Wasser nicht aufgelöst wird, ist gewöhnlich schwefelsaure Kalkerde, die man in kochender verdünnter Salzsäure auflöst, um sich zu überzeugen, dass von der Probe nichts unzersetzt geblieben ist.

Aber da nicht alle Chemiker den kostbaren Apparat besitzen, der für die Bereitung und Aufbewahrung der Fluorwasserstoffsäure nöthig ist, so hat Brunner einen anderen, wenig kostbaren und sehr zweckmässigen Apparat vorgeschlagen. Man lässt sich eine Schaale mit plattem Boden

von Blei machen, die 6 Zoll im Durchmesser hat und $2^1/_2$ Zoll hoch ist. In der Mitte ist sie mit einer Vorrichtung versehen, um eine flache Schaale von Platin zu tragen. Diese Vorrichtung kann auch lose sein und aus einem Ringe von Blei bestehen, der 1 bis $1^1/_2$ Zoll im Durchmesser hat und auf drei $^1/_2$ Zoll hohen Füssen ruht. Die Schaale wird mit einem Deckel von Blei und mit einem Handgriff von Drath versehen. Will man ein Silicat mit Fluorwasserstoffsäure analysiren, so legt man es fein pulverisirt in eine flache Schaale von Platin, z. B. auf den Deckel eines Platintiegels, dessen Stift man mit ein wenig Gold wasserdicht hat zulöthen lassen. In die Bleischaale legt man $^1/_2$ Zoll hoch Flussspathpulver, übergiesst dieses mit Schwefelsäure, befeuchtet das Mineralpulver schwach mit Wasser, setzt das Platingefäss auf den Ring, legt den Bleideckel darauf und stellt eine kleine Oellampe unter die Bleischaale. Das Ganze wird unter einen gut ziehenden Schornstein gebracht, oder in die freie Luft. 2 Grammen Pulver bedürfen ein paar Stunden, um auf diese Weise zersetzt zu werden, auch ist es nöthig, dasselbe einige Male umzurühren, wenn es nicht sehr dünn liegt, und auch mit einigen Tropfen Wasser zu befeuchten. Im Uebrigen geschieht die Analyse durch Verwandlung des Rückstandes in schwefelsaures Salz.

Die Analyse mit Fluorwasserstoffsäure hat ausserdem einen anderen Vortheil, der auf keine andere Weise erreicht werden kann, nämlich, bei manganhaltigen Proben bestimmen zu können, ob das Mangan darin als Oxyd oder als Oxydul enthalten ist. Im ersteren Falle bekommt man Manganfluorid, welches sich in der Säure mit rothbrauner Farbe auflöst und welches beim Abdampfen der Säure mit schwarzer Farbe anschiesst und in diesem Zustande durch Wasser zersetzt wird, indem dasselbe freie Fluorwasserstoffsäure aufnimmt, worin sich ein wenig Fluorid auflöst, und Manganoxyd abscheidet. Enthält das Mineral aber Manganoxydul, so wird ein schwerlösliches Fluorür gebildet, das, in grösserer Menge vorhanden, der Masse einen Stich in's Rosenrothe ertheilt, im anderen Falle gibt es dem Rückstande keine Farbe.

Viele Silicate und beinahe alle natürlichen phosphorsauren und arseniksauren Salze enthalten Fluorverbindungen.

In den letzteren, die leicht durch Säuren zersetzt werden, ist das Vorhandensein des Fluors leicht zu entdecken, wenn eine Probe davon in Pulverform in einem Platintiegel mit concentrirter Schwefelsäure übergossen, der Tiegel mit einem mit Wachs überzogenen und bezeichneten Glase bedeckt und dann in eine Wärme von + 40° bis + 50° gestellt wird. (Vrgl. Th. II. pag. 202.) Mit Silicaten glückt dies selten oder gar nicht; aber da werden die Reactionen des Fluors leicht durch die Löthrohrprobe entdeckt (s. *Löthrohr*).

Die Gewohnheit, diese Stoffe zu sehen und zu behandeln, erleichtert die Untersuchung sehr, aber sie gibt oft den älteren Chemikern ein Vertrauen auf ihren Blick, wodurch sie zuweilen Untersuchungen versäumen, die ihr Urtheil geändert haben würden; und dieser Umstand ist Ursache, dass der jüngere Chemiker öfters die qualitative Analyse vortrefflich macht, obgleich er aus mangelnden Handgriffen in der quantitativen fehlen kann, während dagegen die grössten Meister, aus zu grossem Vertrauen auf gewisse, weniger entscheidende Kennzeichen und aus der mit den Jahren zunehmenden Bequemlichkeit, eine Untersuchung vorzunehmen, die vielleicht doch nicht mehr, als was man schon vermuthete, bestätigen würde, in ihren qualitativen Bestimmungen nicht selten bedeutende Missgriffe begangen haben. Ich kann also nicht genug empfehlen, die qualitative Untersuchung mit aller Umständlichkeit vorzunehmen; abgesehen davon, dass sie zu einer guten Arbeit beiträgt, kann sie vielleicht zuweilen das Vergnügen gewähren, vorher unbekannte Stoffe oder Verbindungen zu entdecken.

Was die Untersuchung von *Salzen im Allgemeinen* betrifft, welche keine solche vorhergehende Behandlung wie die kieselsauren erfordern, und welche, selbst auch aus dem Mineralreich, selten so gemischt wie letztere vorkommen, so habe ich schon im Th. IV. p. 26—65 des Lehrbuchs ausführlich angegeben, wie die electronegativen Bestandtheile der Salze, d. h. ihre Säuren, entdeckt werden. Die Vorschriften zur Erkennung der Basen dagegen findet man bei jeder einzelnen Basis bestimmt, und vor der Beschreibung der von jeder Basis gebildeten Salze findet man eine kurze Anweisung, durch welche Versuche die Basis in dem Salze nachzuweisen ist. Auf diese Abschnitte verweise ich, so

wie

wie auf den Artikel *Löthrohr*, wo eine besondere Aufstellung von Vorschriften für die Behandlung der Salze vor dem Löthrohr vorkommt. Dass ich diese Vorschriften nicht hier zusammengestellt habe, hat darin seinen Grund, dass zu grosse Detaillirung in diesen Regeln zur Entwerfung eines Planes bei analytischen Untersuchungen, die Aufmerksamkeit des Lesers ermüdet, und er vielleicht durch die Einzelnheiten den Hauptplan vergessen haben würde.

Die *qualitative Untersuchung der Verbindungen brennbarer Körper*, z. B. der Schwefelmetalle, Arsenikmetalle u. a., geschieht am besten auf dem trocknen Wege vor dem Löthrohr, nach den von mir in dem erwähnten Artikel ausführlich anzuführenden Regeln; ich verweise also, um hier aller Weitläufigkeit auszuweichen, auf diesen hin. Will man dagegen die Probe auch auf dem nassen Wege anstellen, so werden sie in Königswasser aufgelöst, und dadurch in Salze verwandelt, in welchen die Eigenschaft der metallischen Säuren, durch Alkalien sich von mehreren Oxyden nicht völlig trennen zu lassen, die qualitative Probe oft so erschweren, dass man ohne Beihülfe des Löthrohrs bedeutenden Irrthümern ausgesetzt sein würde.

Von den Stoffen, die in brennbarer Form zur Untersuchung vorkommen, bilden einige Verbindungen mit Sauerstoff, die von Königswasser nicht aufgelöst werden, oder die sich nur unvollkommen davon auflösen lassen. Schwefelblei gibt schwefelsaures Bleioxyd, Silber gibt Chlorsilber und Zinn setzt unauflösliches Zinnoxyd ab, wovon beinahe nichts aufgelöst wird, wenn das Auflösungsmittel nur Salpetersäure ist. Auf gleiche Weise bleiben Molybdänsäure und Wolframsäure unaufgelöst, wenn die Schwefelverbindungen dieser Metalle mit Königswasser behandelt werden.

Aus der concentrirten sauren Auflösung werden von zugegossenem Wasser Antimon- und Wismuthoxyd, nebst verschiedenen Metallsalzen, z. B. selensaures und schwefelsaures Silberoxyd und Bleioxyd, niedergeschlagen. Ammoniak schlägt die meisten Metalloxyde nieder, und hält, ausser den metallischen Säuren, die Oxyde von Silber, Kupfer, Kobalt, Nickel, Zink und Cadmium in der Auflösung zurück. Kohlensaures Ammoniak hingegen hält in der Auflösung zugleich mit den ebenerwähnten Oxyden (ausser dem Cadmiumoxyd)

auch Uranoxyd und die Ceroxyde zurück. Kaustisches Kali löst sowohl die Oxyde von Zink, Blei und Zinn, als die Metallsäuren auf. Von kohlensauren, feuerbeständigen Alkalien werden so viele Metalloxyde in geringer Quantität aufgelöst, dass nicht viel daraus geschlossen werden kann. — Metallisches Eisen schlägt Arsenik, Selen, Antimon, Zinn, Wismuth, Blei, Kupfer und die edeln Metalle, mit Ausnahme von Silber und Quecksilber, auf welche es nur langsam wirkt, nieder. Von Zink werden alle diese und dabei Cadmium, welches nicht von Eisen gefällt wird, niedergeschlagen. Titanhaltige Auflösungen nehmen in verschlossenen Gefässen, wenn man Zink hineinlegt, nach einiger Zeit eine Purpurfarbe, und wolframhaltige eine hellblaue Farbe an. Kalium-Sulfhydrat schlägt alle Metalle, deren mit der Säure verbundenes Oxyd auf irgend eine Art Salzbasis ist, nieder; aber es löst alle die Oxyde auf, welche auf irgend eine Art die Rolle von Säuren spielen können, d. i. von Selen, Arsenik, Molybdän, Wolfram, Antimon, Tellur, Zinn, Gold, Iridium, Platin und Rhodium. Es nimmt indessen doch das grüne Chromoxyd, die Titansäure, Tantalsäure oder Kieselsäure nicht auf, die also hierdurch von den Oxyden anderer electronegativer Metalle abgeschieden werden können.

Quantitative Untersuchung.

Unter allen chemischen Arbeiten ist keine so schwer mit gehöriger Richtigkeit auszuführen, als die quantitative Analyse, die besonders durch die Lehre von den chemischen Proportionen eine höhere Ausbildung gewonnen hat, sowohl durch die Verbesserungen in den analytischen Processen, welche man zur Entwickelung dieser Lehre und zur Bestätigung ihrer Resultate aufzusuchen genöthigt war, als auch durch die Probe von der Richtigkeit der Analyse, die man bei Vergleichung des Resultats mit dieser Lehre erhält. So lange man nur durch Wiederholungen die Richtigkeit einer analytischen Untersuchung prüfen konnte, und so lange in der absoluten Richtigkeit der Zahlen kein höheres theoretisches Interesse lag, wendete man seltener diese beschwerliche Probe an, entdeckte man seltener diese Irrthümer, die

so häufig, ohne dass man sie ahnet, gemacht werden; und die Ausübung der analytischen Chemie war, hinsichtlich ihres quantitativen Theiles, mehr ein schwieriges und unsicheres Handwerk, als eine, zu aufklärenden Begriffen führende, wahre wissenschaftliche Untersuchung. Nachdem die chemischen Proportionen und die Gesetze für die Quantitäten, in welchen sich die Körper vorzugsweise verbinden, bekannt zu werden anfingen, bekam die quantitative Analyse einen besonderen Werth, und wurde das Mittel, auch höhere Theile der Theorie der Wissenschaft zu erforschen und zu bestätigen. Aber zur Gewinnung richtiger Resultate gehört die Kunst, das Mechanische dabei gut ausführen zu können, und diese Kunst wird nur durch lange Uebung gewonnen, die ausserdem von einer natürlichen Anlage unterstützt werden muss, ohne welche man in der genauen Analyse nicht weit gehen kann.

Anfänger in der Chemie müssen daher nicht versäumen, sich in quantitativen Analysen zu üben; denn obgleich die quantitative Bestimmung gewiss in nichts Anderem als rein mechanischer Handarbeit besteht, so hat man doch zu bedenken, dass, ehe man sich zu dieser Handarbeit eingeübt hat, man nicht fähig ist, in den höheren Theilen der Wissenschaft einen genauen Versuch anzustellen. Man muss eine solche Gewohnheit haben, genau zu wiegen, aus einem Gefässe in ein anderes zu giessen, ohne etwas zu verlieren, und ohne den letzten Tropfen über den Rand auf die äussere Seite des Glases fliessen zu lassen, und so viele kleine Umstände beobachten, deren Versäumen oft eine sorgfältige Arbeit von mehreren Wochen vernichtet, dass keine Zerstreuung, kein unvorhergesehener Umstand das Resultat verdirbt. Bevor diese Gewohnheit erworben ist, hat man oft den Verdruss gehabt, durch Nachlässigkeit oder Unbedachtsamkeit seinen Versuch zu verderben. Man muss dabei immer als Grundsatz annehmen, einen solchen misslungenen Versuch sogleich wieder von vorne anzufangen, ohne mit einer wahrscheinlichen Correction das Resultat verbessern zu wollen; denn so unangenehm auch eine solche Wiederholung sein mag, so ist sie doch weniger unangenehm, als, nach einem mit grosser Mühe und langem Zeitaufwande endlich vollendeten Versuch, das innere Bewusstsein zu

haben, das Resultat dieses Versuchs sei, ungeachtet allen Aufwandes an Geld, Zeit und Mühe, doch vielleicht nicht völlig richtig, und folglich, sowohl für die Wissenschaft als für die eigene Belehrung des Analytikers, so gut wie ungeschehen. Nachdem man sich der chemischen Proportionen als Leitfaden für die quantitative Analyse allgemeiner bedient, hat sich eine grössere Anzahl Chemiker, als früher, mit quantitativen Analysen zu beschäftigen angefangen, und weniger Geübte haben, vermittelst der Bestätigung, welche sie durch eine vermeintliche Uebereinstimmung mit den chemischen Proportionen ihrem Resultat gaben, ganz falsche Schlussfolgen dargelegt, deren Unrichtigkeit man durch diese Uebereinstimmung einzusehen oder zu ahnen verhindert wird. Es ist daher nöthig, sich auf die Annäherung unvollständiger Versuche zu einem nach der chemischen Proportionslehre richtigen Verhältniss nicht zu verlassen; besonders in solchen Fällen, wenn mögliche Verhältnisse einander nahe liegen, und bei welchen die äusserste Genauigkeit und die grösste Geschicklichkeit oft erfordert werden, um zu bestimmen, welches von ihnen das rechte ist.

Bei diesen Versuchen sind eine Menge Handgriffe nöthig, die gewiss dadurch am besten gelernt werden, dass man sie von einem geübten Chemiker ausführen sieht, wovon man sich aber auch vieles aus ihrer Beschreibung aneignen kann. Ich habe daher in diesem Theile, bei der Beschreibung eines jeden einzelnen Instruments, umständlich die bei seinem Gebrauche nothwendigen Vorsichtsmaassregeln gegeben, und bei den Artikeln: *Abdampfen, Abgiessen, Filtriren, Waschen, Tiegel* u. m. a. wird der Leser den grössten Theil der näheren, nothwendigen Vorschriften bei Versuchen der Art finden.

Die Quantität des zu untersuchenden Stoffes wird nach der Empfindlichkeit der Waage gewählt. Mit kleinen Mengen erlangt man öfters einen höheren Grad von Genauigkeit, als mit grösseren, abgesehen davon, dass die Quantität anzuwendender Reagentien und die Zeit zum Filtriren, Waschen und Abdampfen stets mit dem Gewichte der Probe zunehmen. Klaproth wendete bei seinen Analysen gewöhnlich 100 Gran an. Nach diesem Beispiel wählte ich die damit nahe übereinstimmende Quantität von 5 Grammen. Aber die Erfahrung hat mich nachher belehrt, dass dies für die meisten

Fälle zu viel ist. Ich ziehe 1 bis 2 Grammen vor, und wende von thonerdehaltigen Mineralien nicht mehr wie einen Gramm an, weil die voluminöse Beschaffenheit der Thonerde nach dem Niederschlagen ein Auswaschen erfordert, welches bei einer grösseren Probe oft länger als eine ganze Woche dauert. In solchen Fällen aber, wo der eine oder der andere Bestandtheil in einer sehr geringen Menge in die Mischung eingeht, ist es immer am besten, die Menge derselben durch eine besondere grössere Probe für sich genau zu bestimmen.

Da es bei Angabe der Vorschriften für Analysen unmöglich ist, sie für alle Fälle zu bestimmen, so werde ich mich an gewisse einzelne Verbindungsarten halten, die häufiger als andere analysirt zu werden pflegen, und die im Mineralreich vorkommen. Unter diesen sind die Silicate am allgemeinsten, und davon werde ich zuerst einige Beispiele angeben. Hierauf werde ich Beispiele geben von anderen im Mineralreiche vorkommenden Verbindungen von anderen Säuren mit Basen, von nicht oxydirten Verbindungen der Metalle mit Schwefel, Arsenik, Antimon, Selen und Tellur, von Platinerzen, Gusseisen und Ackererde, um einigermaassen Beispiele von verschiedener Art zu sammeln.

1. Kieselsaure Verbindungen.

Ich habe schon angeführt, wie die Kieselsäure abgeschieden wird. Sie muss, wie alle unorganischen Stoffe, die nicht flüchtig sind, noch vor dem Wiegen geglüht werden, um alle Feuchtigkeit zu entfernen. Dieses Glühen geschieht am besten in kleinen gewogenen Platintiegeln, über der, beim Artikel *Lampe* beschriebenen, grossen Spirituslampe. Bei diesem Glühen wird entweder das Filtrum verbrannt, oder es wird mit der Masse gewogen, worauf ein Theil zum Glühen abgewogen wird. Im ersten Fall bedient man sich eines Papiers, welches wenig Asche gibt, und dessen Rückstand man durch mehrere wiederholte Versuche auf grössere, von mehreren Bogen des Buchs genommene, Quantitäten hinsichtlich seiner Menge gleich gefunden hat. Nachdem das Filtrum vorher getrocknet und gewogen worden ist, zieht man nachher die Asche von diesem Gewicht Papier ab.

Wiegt man hingegen das Filtrum zuerst für sich, nach den im Artikel *Filtriren* angegebenen Vorschriften, und dann nach dem Trocknen des Niederschlags, so muss es in jedem Falle noch heiss in einen mit Deckel versehenen Tiegel gelegt, und nachdem es in dem bedeckten Tiegel unter einer Glasglocke, in welche man eine Schaale mit concentrirter Schwefelsäure eingesetzt hat, abgekühlt ist, zugleich mit diesem gewogen werden. Thut man dies nicht, so bekommt man kein sicheres Gewicht, weil das Papier während des Abkühlens und Wiegens in offener Luft immer Feuchtigkeit anzieht und nicht gewogen werden kann. Hierauf wird ein Theil des getrockneten Stoffes abgewogen und geglüht und aus seinem Verlust berechnet, was die ganze im Filtrum befindliche Quantität würde verloren haben. Ich wähle vorzugsweise die erstere Methode, wenn der geglühete Stoff nach dem Wiegen keiner weiteren Behandlung bedarf, und letztere, wenn dieser weiter zerlegt werden muss, wobei die Bestandtheile der Papierasche zu Irrthümern Veranlassung geben können. Auch geschieht dies in solchen Fällen, wo die Reduction eines metallischen Stoffes zu befürchten ist. Was die Kieselsäure in's Besondere betrifft, so muss sie vor dem Glühen stark getrocknet und mit Vorsicht aus dem Filtrum in den Tiegel gebracht werden, worauf das Filtrum zum Verbrennen obenauf gelegt wird. Ist die Erde nicht völlig trocken, oder liegt sie auf dem Filtrum, so wird viel davon, durch die in der Hitze aus dem Papier sich entwickelnden gasförmigen Stoffe, als feiner Staub weggeführt. Der bedeckte Tiegel wird unter eine Glocke neben Schwefelsäure gestellt, bis er kalt geworden ist, und dann schnell gewogen. Die Kieselsäure wird dann in einer kochenden Lauge von kohlensaurem Kali oder Natron aufgelöst, oder mit Fluorwasserstoffsäure geprüft, ob sie sich gänzlich verflüchtigen lässt, um sich zu überzeugen, ob sie vollkommen rein sei.

L. Svanberg hat darauf aufmerksam gemacht, dass wenn man bei der Analyse fluorhaltiger Silicate den Fluorgehalt übersieht, das Fluor stets eine Portion Kieselsäure mit wegführt, in dem Verhältniss, wie zur Bildung von Fluorkieselgas erfordert wird. Dieser Gehalt an Kieselsäure muss dann durch Berechnung bestimmt und hinzugefügt werden,

sobald der Fluorgehalt auf die weiter unten zu beschreibende Weise genau bestimmt worden ist.

Nun ist noch die Auflösung in Chlorwasserstoffsäure zu zersetzen übrig, aber, da hierbei nach den verschiedenen Basen anders verfahren werden muss, und eine für alle Fälle geltende Vorschrift nicht gegeben werden kann, so werde ich hier, statt einer solchen, die Analyse einiger kieselsauren Verbindungen beschreiben, welche die gewöhnlich vorkommenden Fälle in sich fasst.

Erstes Beispiel. Ich werde hierzu die Analyse des Orthits, eines sehr zusammengesetzten Fossils, wählen. Wir setzen voraus, dass, nachdem dieses Mineral in Königswasser aufgelöst, die Auflösung zur Trockne abgedampft und die Kieselsäure auf die schon angeführte Art abgeschieden worden ist, die Auflösung der Chlorüre zu zerlegen übrig ist. Durch die qualitative Probe, nehmen wir an, sei ausgemittelt, dass das Mineral Kalkerde, Thonerde, Yttererde, Eisenoxyd, Manganoxydul und Ceroxydul enthält.

a. Nachdem das Wasser, womit die Kieselsäure ausgewaschen wurde, zu einem geringeren Volumen abgedampft ist, wird es der sauren Auflösung zugefügt, die man mit kaustischem Ammoniak niederschlägt. Ich erinnere hier ein für alle Mal, dass das kaustische Ammoniak, welches bei Analysen angewendet wird, so vollkommen frei von Kohlensäure sein muss, dass es mit Kalkwasser vollkommen klar bleibt, und dass sich in dem Gemisch damit nach ein Paar Stunden keine feine Körner von kohlensaurer Kalkerde an der inneren Seite des Glases abgesetzt finden, wenn die Flasche, nachdem das Gemisch wieder ausgegossen worden ist, im Innern trocken wird. Ohne Beachtung dieses Umstandes erhält man niemals eine richtige Analyse, wo kaustisches Ammoniak angewendet wird. Dieses lässt nur die Kalkerde mit etwas Manganoxydul in der Flüssigkeit zurück, während die übrigen niedergeschlagen werden. Man lässt den Niederschlag aus der Flüssigkeit, die, wie p. 40 angeführt ist, vor dem Zutritt der Luft bewahrt wird, sich absetzen. Die klare Flüssigkeit wird abgegossen, oder noch besser durch das Filtrum gehen gelassen, und dann erst der Niederschlag auf das Filtrum gebracht. Den Trichter hält man stets mit einer Glasscheibe bedeckt. Erst nachdem alle

Flüssigkeit durchgegangen ist, wird siedendheisses Wasser aufgegossen, und nachdem auch dieses völlig durchgelaufen ist, wird eine neue Quantität zugegossen, womit man fortfährt, so lange ein Tropfen des durchgegangenen Wassers, nach Abdampfung auf einem Spatel von polirtem Platin oder Gold, einen Flecken hinterlässt. Das Waschwasser wird für sich bis zu einigen Drachmen abgedampft, und dann der filtrirten Flüssigkeit beigemengt, die man nun mit oxalsaurem Ammoniak niederschlägt, und darauf gelinde erwärmt, um den ganzen Kalkgehalt zum Sinken zu bringen. Der oxalsaure Kalk wird auf's Filtrum gebracht, gewaschen, getrocknet und mit dem Filtrum geglüht, wobei er in kohlensauren Kalk verwandelt wird. Enthielt er Mangan, was oft der Fall ist, so ist er nicht weiss, sondern grau oder selbst braun, je nach dem ungleichen Mangangehalt. Dabei kann man den Rückstand niemals mit völliger Sicherheit als kohlensaure Kalkerde berechnen, weil die Kalkerde beim Glühen zu leicht ihre Kohlensäure verliert. Man pflegt den Rückstand mit einigen Tropfen einer Lösung von kohlensaurem Ammoniak zu befeuchten, einzutrocknen und den Ueberschuss von Ammoniak bei gelinder Hitze wieder auszutreiben. Aber auch dieses ist nicht immer zuverlässig, besonders wenn die kohlensaure Kalkerde manganhaltig ist. Ich pflege die geglühete kohlensaure Kalkerde in einem Tiegel mit ein wenig Salzsäure aufzulösen, mit der gewöhnlichen Vorsicht, dass durch das Brausen nichts verloren geht. Ist der Kalk manganhaltig, so werden einige Tropfen Alkohol zu der Säure gesetzt, um die Bildung von freiem Chlor zu verhindern, darauf werden einige Tropfen destillirter Schwefelsäure zugesetzt, die Salzsäure im Wasserbade, und die Schwefelsäure über der Flamme einer Spirituslampe weggedunstet, ohne den Boden des Tiegels bis zum Glühen zu erhitzen. Das zurückgebliebene schwefelsaure Salz wird gewogen und daraus der Kalk berechnet. War es manganhaltig, so wird das schwefelsaure Manganoxydul mit Wasser und ein wenig Salzsäure ausgezogen, die Flüssigkeit mit ein wenig mehr Wasser verdünnt und aus der Lösung durch reines Fünffach-Schwefelkalium, KS^5, Schwefelmangan gefällt, dieses gewaschen, noch feucht in ein wenig Königswasser aufgelöst, die Lösung kochend mit kohlensaurem Natron ausgefällt und der

Niederschlag zu Manganoxyd-Oxydul geglüht. Nach diesem wird dann der Manganoxydulgehalt berechnet, so wie auch das schwefelsaure Manganoxydul, welches von dem Gewicht der schwefelsauren Kalkerde abgezogen werden muss, bevor daraus der Gehalt an Kalkerde berechnet wird.

Die gewöhnliche Vorschrift zur Ausfällung des Mangans und anderer Metalle, als Schwefelmetalle, besteht darin, dass man dazu Ammoniumsulfhydrat anwendet. Aber ausserdem, dass dieses Präparat theuer und schwierig unverändert aufzubewahren ist, hat es verschiedene Uebelstände; es enthält nämlich nicht selten kohlensaures Ammoniak, an dessen Gehalt man nicht denkt und wodurch dem Schwefelmetall-Niederschlag ein kohlensaures Salz beigemischt wird, so wie auch in einem zugesetzten Ueberschuss davon verschiedene Schwefelmetalle in geringer Menge aufgelöst bleiben, auch solche, welche den basischen Schwefelmetallen angehören. Der Niederschlag, welcher erhalten wird, ist eine niedrige Schwefelungsstufe und hat grosse Neigung, sich beim Waschen zu oxydiren. Dazu kommt, dass, wenn man den Ueberschuss des zugesetzten Ammoniumsulfhydrats oder auch nur den freigewordenen Schwefelwasserstoff wegdunsten will, auch Schwefelmagnesium, MgS, niederfällt, welches sich mit den gefällten Schwefelmetallen verbindet. Diese Schwefelungsstufe des Magnesiums und des Calciums ist nämlich in Wasser schwerlöslich, während die höheren Schwefelungsstufen leichtlöslich sind. Diese Uebelstände finden bei der höchsten Schwefelungsstufe von Kalium oder Natrium, KS^5 oder NaS^5, nicht statt, sie kosten wenig, sind leicht darzustellen und unverändert aufzubewahren. Die Bereitung geschieht aus reinem kohlensauren Kali oder Natron, die vorher durch Glühen von allem Wasser befreit worden sind. Man vermischt sie genau mit reinem metallfreien Schwefel in etwas grösserer Menge, als zur Bildung erforderlich ist. Die Verbindung geschieht in einer Schaale oder in einem grösseren Tiegel von ächtem Porcellan, die mit einem Deckel versehen sind. Man erhitzt sie über einer Lampe bis gerade zu der Temperatur, die für die Vereinigung nöthig ist, und welche den Schmelzpunct des Schwefels wenig übersteigt, mit der Vorsicht, dass die Masse nicht überkocht. Sobald die Vereinigung erfolgt ist und das Aufbrausen nachgelassen hat, legt man den Deckel auf und

dampft den Schwefel weg bei einer Temperatur, die + 300° nicht übersteigen darf. Das Porcellan wird dabei nicht im Mindesten angegriffen. Die Masse wird dann auf eine kalte Steinplatte ausgegossen, zerschlagen und in Stücken in einer Flasche mit eingeschliffenem und mit Talg bestrichenem Stöpsel aufbewahrt. Zum Gebrauch wird eine Portion herausgenommen und in kochendem Wasser, oder, wenn man sie frei von eingemischtem schwefelsauren Salze haben will, in ein wenig vorher gekochtem Alkohol aufgelöst. Dieses Fällungsmittel bildet immer Supersulphurete, die sich beim Waschen nicht so leicht oxydiren, und das im Ueberschuss zugesetzte Fällungsmittel ist zu sehr mit Schwefel übersättigt, als dass es sich mit irgend einem basischen Schwefelmetall verbinden und dieses in der Lösung zurückhalten könnte. Aus der filtrirten Flüssigkeit können Kalkerde und Talkerde dann auf die gewöhnliche Weise mit kohlensaurem Kali kochend ausgefällt werden, oder es wird die Kalkerde zuerst nach einem Zusatz von Salmiak durch oxalsaures Ammoniak und darauf die Talkerde durch kohlensaures Kali ausgefällt. Besser ist es jedoch, wenn man vorher aus der Flüssigkeit durch Salzsäure und gelinde Verdunstung sowohl den Schwefel, als auch den Schwefelwasserstoff entfernt, und dann aus der filtrirten Flüssigkeit die Ausfällungen macht.

Die Flüssigkeit, aus welcher der Kalk durch oxalsaures Ammoniak gefällt worden ist, kann nun Talkerde und einen Rückhalt von Manganoxydul, die durch Oxalsäure nicht niedergeschlagen werden, enthalten. Sie können auf die ebenerwähnte Weise mit $K\acute{S}^5$ getrennt werden. Aber man hat noch eine Methode, welche bei dieser Gelegenheit angewendet werden kann. Man versetzt die Lösung mit zweifach-kohlensaurem Kali und leitet Chlor hinein, oder man vermischt die Lösung mit ein wenig chlorigsaurem Alkali. Im ersteren Falle wird das Manganoxydul in dem aufgelösten Manganbicarbonat sogleich oxydirt und in dem letzteren erst nach einigen Stunden, während das Gefäss verschlossen gehalten werden muss. Das erstere ist jedoch immer am sichersten; aber das Chlorgas, welches eingeleitet wird, muss vorher durch Wasser gegangen sein, damit es in diesem alles mitgeführte Mangansuperchlorid absetze, was sonst den Mangangehalt in der Analyse vermehren würde.

Die vom Manganoxyd abfiltrirte Flüssigkeit wird im Wasserbade bis zur Trockne verdunstet, die trockene Salzmasse in wenigem kochenden Wasser aufgelöst und mit kohlensaurem Kali vermischt, um zu finden, ob sich dabei Ammoniak entwickelt, in welchem Fall sie mit mehr kohlensaurem Kali eingetrocknet werden muss, so dass kein Ammoniaksalz darin unzersetzt übrig bleibt, weil sonst die Talkerde niemals abgeschieden werden würde. Die meisten Orthite enthalten keine Talkerde, oder nur Spuren davon. Diese bleibt nun unaufgelöst, wenn man die Salzmasse in kochendem Wasser wieder auflöst. Man sammelt sie auf einem Filtrum, wäscht sie mit kochendem Wasser, weil kaltes Wasser mehr von der Talkerde auflöst, als kochendes, glüht und wiegt sie.

b. Der Niederschlag mit kaustischem Ammoniak, welcher auf einem Filtrum gesammelt worden, ist gewöhnlich sehr voluminös. Er muss nun, für die Behandlung mit kaustischem Kali von dem Filtrum abgenommen werden. Dies erfordert eine gewisse Vorsicht, damit es ohne Verlust geschehe. Man lässt den Trichter mit dem Filtrum an einem warmen Ort stehen, z. B. in der Nische eines Kachelofens, damit er langsam austrockne. Die Masse zieht sich dann allmälig zusammen zu einem losen Klumpen in der Spitze des Filtrums, der, sobald er lose darin liegt, in das Gefäss, worin man ihn mit Kalihydrat zu behandeln beabsichtigt, geschüttet wird. Etwas bleibt gewöhnlich an dem Filtrum sitzen, besonders oben an den Rändern; das Filtrum wird vorsichtig herausgenommen. Der umgelegte Theil desselben, auf welchen nichts von dem Niederschlag kommen konnte, wird weggeschnitten, der übrige Theil auf einer flachen Schaale ausgebreitet, und auf dieser mit ein wenig warmem Wasser und etwas verdünnter Salzsäure durchfeuchtet. Zeigt es sich, dass das Papier einen braunen Fleck bekommt, da wo die Masse aufgelöst wird, so rührt dieser von Manganoxyd her; man tropft dann ein wenig Alkohol darauf und erwärmt gelinde, bis das Manganoxyd aufgelöst worden ist. Das Papier wird nun wohl ausgewaschen und die Flüssigkeit verdunstet, bis davon nur noch einige Tropfen übrig sind, die man auf den vorhin ausgefällten Klumpen des Niederschlags giesst.

Man kann auch die Masse, wenn man Zeit gewinnen will, ohne sie vorher auf dem Filtrum zu trocknen, mit kleinen Portionen warmer verdünnter Salzsäure übergiessen und, sobald das Aufgelöste durchgegangen ist, ein wenig mehr davon zusetzen, bis das Filtrum in dem Trichter ausgewaschen ist. Die durchgegangene Lösung wird im Wasserbade bis ungefähr zur Syrupdicke abgedunstet. Welchen Weg man auch wählt, so wird die Masse nun mit einer concentrirten Lauge von Kalihydrat vermischt, damit im Wasserbade erhitzt und darin bedeckt ein Paar Stunden lang stehen gelassen, während man das Wasser in dem Wasserbade fortwährend rasch kochen lässt. Man kocht nicht über freiem Feuer, denn wenn die alkalische Flüssigkeit ins Sieden kommt, so spritzt sie und man hat Verlust. Man muss das Kalihydrat immer im Ueberschuss anwenden. Man lässt nun die Flüssigkeit erkalten, und verdünnt sie mit so viel Wasser, dass sie filtrirt werden kann, ohne das Filtrum zu zerfressen. Was auf dem Filtrum zurückbleibt, wird zuerst einige Male mit kaltem und darauf mit kochendem Wasser gewaschen, bis das durchgehende nicht im Mindesten mehr auf Lackmuspapier alkalisch reagirt. Man prüft die durchgegangene alkalische Flüssigkeit auf einen überschüssigen Kaligehalt auf die schon im Vorhergehenden angeführte Weise.

(In Betreff des Kalihydrats, welches zu diesen Analysen angewendet wird, muss ich erinnern, dass es keine Kieselsäure enthalten darf. Es muss vorher immer geprüft werden, indem man es mit Salzsäure übersättigt, zur Trockne verdunstet und das trockne Salz in Wasser wieder auflöst. Bleibt dann keine Kieselsäure zurück, sondern löst sich alles klar und ohne Trübung wieder auf, so ist es gut, im entgegengesetzten Falle kann es nicht angewandt werden. Enthält es ein wenig kohlensaures oder schwefelsaures Kali oder Chlorkalium, so bedeuten diese für diesen Gebrauch nichts, aber die Kieselsäure wird daraus mit der Thonerde ausgefällt und man bekommt ein falsches Resultat. Für diesen Zweck muss man sich das Kalihydrat selbst bereiten, und zwar aus dem kohlensauren Kali, welches durch Glühen von saurem weinsauren Kali in einem Gefäss von Eisen oder Platin erhalten wird.)

Die abfiltrirte Kaliflüssigkeit wird mit dem Waschwasser

in ein Gefäss von Silber oder Platin gegossen und eine Weile gekocht. Enthält sie Beryllerde aufgelöst, so fällt diese daraus nieder, und die Thonerde bleibt in der Lösung zurück. Wird dagegen die Lösung bei einstündigem Kochen nicht getrübt, so hat man nur Thonerde darin. Fällt Beryllerde nieder, so wird diese auf ein Filtrum genommen, lange Zeit mit kochendem Wasser gewaschen, geglüht und gewogen. Die Thonerde wird aus der Lösung in Kali auf die Weise gefällt, dass man die Flüssigkeit mit Salzsäure vermischt, bis die Thonerde gefällt und wieder aufgelöst worden ist, worauf man sie aus dieser sauren Flüssigkeit mit kaustischem Ammoniak fällt, welches in kleinem Ueberschuss zugesetzt wird. Dieser Ueberschuss hat den Zweck, die Bildung von basischem Chloraluminium zu verhindern, welches voluminös, schleimig und fast nicht auszuwaschen ist. Die Thonerde wird auf ein Filtrum genommen, mit kochendem Wasser vollkommen ausgewaschen, geglüht und gewogen. Die abfiltrirte Ammoniakflüssigkeit wird zur Verjagung des Ammoniaks verdunstet. Scheidet sich dabei noch etwas Thonerde ab, was meistens der Fall ist, so wird diese auf ein Filtrum genommen und der übrigen beigefügt. Die geglühete Thonerde wird mit concentrirter Salzsäure übergossen und damit gelinde digerirt, bis sie aufgelöst ist. Dann wird der Ueberschuss von Salzsäure im Wasserbade weggedunstet, das Chloraluminium in wenigem sauren Wasser wieder aufgelöst, wobei gewöhnlich etwas Kieselsäure zurückbleibt, die man auswäscht, glüht, wiegt und ihr Gewicht von dem der Thonerde abzieht.

War Beryllerde in der Flüssigkeit enthalten, so soll sie zwar, wie man angegeben hat, beim Kochen der verdünnten Kalilösung vollständig ausgefällt werden; aber ich glaube nicht, dass diese Frage so sicher entschieden ist, dass man sich darauf verlassen kann, die Thonerde sei frei von Beryllerde. Man fällt daher die Lösung von Chloraluminium mit kohlensaurem Ammoniak aus und setzt dieses im Ueberschuss zu. Dieser Ueberschuss löst die Beryllerde und sehr wenig Thonerde auf. Die Flüssigkeit wird abfiltrirt und im Wasserbade bis fast zur Trockne verdunstet. Das kohlensaure Ammoniak dunstet dann weg und verliert, was es aufgelöst hatte, worauf die Beryllerde beim fortgesetzten

Verdunsten das Ammoniak austreibt und sich in der Flüssigkeit auflöst, mit Zurücklassung der Spur Thonerde, die der Sicherheit wegen von Neuem eine Weile mit ein wenig Salmiaklösung gekocht werden muss. Diese Salmiaklösung wird der Beryllerdelösung zugemischt, und daraus die Beryllerde mit kaustischem Ammoniak gefällt, dann ausgewaschen, geglüht und gewogen.

Man hat noch einige Methoden, um Thonerde und Beryllerde von einander zu scheiden. Nachdem beide Erden aus der Kaliflüssigkeit auf dieselbe Weise, wie die Thonerde allein, ausgefällt und ausgewaschen worden sind, werden sie mit einem grossen Ueberschuss von kohlensaurem Ammoniak behandelt, worin sich die Beryllerde mit Zurücklassung der Thonerde auflöst. Die Lösung in kohlensaurem Ammoniak wird gekocht, bis das Ammoniak ausgetrieben ist, worauf die Beryllerde zurückbleibt, die man auf ein Filtrum nimmt. Auf diese Weise getrennt, enthält sie immer ein wenig Thonerde. Oder man löst sie in mit schwefliger Säure gesättigtem Wasser auf, und kocht die Lösung, bis sie den Geruch nach schwefliger Säure verloren hat. Dabei wird schwefligsaûre Thonerde ausgefällt, während schwefligsaure Beryllerde sich aufgelöst erhält. Sie werden durch Filtriren geschieden, die Beryllerde mit kaustischem Ammoniak ausgefällt, die Thonerde in Salzsäure aufgelöst, aus der Lösung die schweflige Säure weggekocht und die Erde dann mit kaustischem Ammoniak ausgefällt. Eine dritte Methode bestehet darin, dass man die ausgefällten Erden mit einer starken Salmiaklösung kocht, bis die dabei weggehenden Wasserdämpfe mittelst eines in Salpetersäure getauchten und damit in Berührung gebrachten Glasstabes keine Spur von Ammoniak mehr zu erkennen geben. Dabei wird die Beryllerde aufgelöst und die Thonerde bleibt zurück.

Anmerkung. Wenn die Thonerde die grössere Quantität des mit Ammoniak erhaltenen Niederschlags ausmacht, so pflege ich den Niederschlag zu trocknen, zu glühen und zu wiegen; darauf löse ich ihn in concentrirter Chlorwasserstoffsäure auf, verdunste im Wasserbade die überschüssige Säure bis zur Trockne, befeuchte die Masse mit Salzsäure und verdünne sie, nachdem diese eine Weile eingewirkt hat, mit Wasser. Die Kieselsäure bleibt dann ungelöst, und wird

von der Lösung abfiltrirt, aus welcher die andern Stoffe durch kaustisches Kali niedergeschlagen, darauf abfiltrirt, ausgewaschen, getrocknet und gewogen werden. Was sie nun weniger als vorher wiegen, ist das Gewicht der Thonerde. Dieses Verfahren hat den Vortheil, dass man bei der voluminösen Beschaffenheit der Thonerde und der Schwierigkeit, sie auszuwaschen, jetzt die ganze Operation der Ausscheidung derselben aus der Kalilauge vermeidet, und die Analyse wenigstens doppelt so schnell geht. Die abfiltrirte verdünnte Kalilösung wird, zur Prüfung auf Beryllerde, gekocht.

c. Diejenigen Stoffe, welche sich vom Kali nicht auflösen lassen, werden in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst. Diese sind nun Ceroxydul, Eisenoxyd, Manganoxyd und Yttererde. Das Ceroxydul wird auf eine eigenthümliche Art abgeschieden. Man setzt in die Auflösung eine Rinde von krystallisirtem schwefelsauren Kali, die über die Oberfläche der Auflösung hervorragen muss, damit alle Theile der Flüssigkeit mit diesem Salze völlig gesättigt werden. Die Ceroxyde haben die Eigenschaft, mit Kali und Schwefelsäure ein Doppelsalz zu bilden, welches in einer gesättigten Auflösung von schwefelsaurem Kali unlöslich ist, diese mag übrigens freie Säure enthalten oder nicht. Dieses Salz wird jetzt niedergeschlagen, und wenn nach 24 Stunden die Auflösung kein schwefelsaures Kali mehr aufnimmt, wird das Klare abgegossen und der Niederschlag mit einer concentrirten Auflösung von schwefelsaurem Kali in Wasser ausgewaschen. Er wird dann in reinem kochendheissen Wasser aufgelöst, und die Auflösung mit kaustischem Kali niedergeschlagen (Ammoniak würde ein basisches schwefelsaures Salz fällen), der Niederschlag darauf gewaschen, getrocknet und geglüht. Dieser ist immer Ceroxyd, und wenn das Mineral Oxydul enthielt, so muss der hinzugekommene Sauerstoff abgerechnet werden*).

---

*) Mosander hat entdeckt, dass das Ceroxyd in allen Mineralien, worin es bis jetzt gefunden worden ist, eine bedeutende Portion (ungefähr die Hälfte seines Gewichts) von einem anderen Oxyd enthält, welches darin so versteckt ist, dass seine Salze die Charactere der Ceroxydsalze nicht verändern. Aus diesem Grunde hat

Man kann nun auf zweierlei Weise das Eisenoxyd abscheiden, die ich beide bei der qualitativen Analyse angeführt habe. Entweder versetzt man die Flüssigkeit mit verdünntem kaustischen Ammoniak in kleinen Portionen, bis die Lösung eine dunkelrothe Farbe bekommen hat, und kocht sie dann, bis das Eisen in Gestalt von basischem schwefelsauren Eisenoxyd niedergefallen ist, was dann zuerst mit warmem kaustischen Ammoniak gewaschen wird, um die Schwefelsäure daraus auszuziehen, und darauf mit kochendem Wasser; oder man fällt das Eisenoxyd mit bernsteinsaurem Alkali aus, was immer am sichersten ist.

Um diese Fällung richtig zu machen, sättigt man die Flüssigkeit mit Ammoniak, welches in einigem Ueberschuss zugesetzt wird, so dass sich ein wenig Eisenoxyd niederschlägt. Es geschieht immer beim Zusetzen des Ammoniaks, dass Eisenoxyd sogleich niederfällt; dieses löst sich aber nach einer Weile wieder auf. Man setzt dann wieder ein wenig Ammoniak zu, lässt das Gemenge an einem + 20 bis 30° warmen Orte ein Paar Stunden stehen, und wenn der Niederschlag wieder verschwunden ist, werden wieder einige Tropfen zugesetzt, und die Flüssigkeit auf's Neue stehen gelassen. Man fährt hiermit so lange fort, bis endlich eine Portion Eisenoxyd unaufgelöst zurückbleibt. Das Ammoniak, dessen

er es Lanthan (von λανθανειν, verborgen sein) genannt. Dasselbe wird aus dem Ceroxyd ausgezogen, wenn man das gemischte salpetersaure Salz beider Oxyde glüht und das rückständige Oxyd in der Kälte mit äusserst verdünnter Salpetersäure behandelt. Dabei löst sich das Lanthanoxyd mit Zurücklassung des Ceroxyds auf. Das Lanthan hat nur ein Oxyd und dieses ist eine so starke Salzbasis, dass es, in der Wärme mit Wasser übergossen, sich in ein Hydrat verwandelt, welches geröthetes Lackmuspapier bläut, und welches sich bei anhaltendem Kochen in einer concentrirten Lösung von Salmiak auflöst, während aus diesem das Ammoniak entwickelt wird. Dagegen ist es in kohlensaurem Ammoniak nicht auflöslich, wie das Ceroxyd. Das Lathanoxyd gibt farblose Salze von rein zusammenziehendem Geschmack, hat grosse Neigung, basische Salze zu bilden, wird in reinem Zustande nicht durch schwefelsaures Kali gefällt, sondern bildet damit ein Doppelsalz, welches ungefähr dieselbe Löslichkeit hat, wie das schwefelsaure Kali. In seiner Verbindung mit Ceroxyd wird es aber vollkommen dadurch mitgefällt. Uebrigens sind Mosander's Versuche noch nicht publicirt worden.

dessen man sich hierzu bedient, muss sehr verdünnt sein. Hat die Flüssigkeit ihre Farbe verloren, so ist die ganze Portion des Eisenoxyds niedergeschlagen, und die Flüssigkeit enthält einen Ueberschuss von zugesetztem Alkali; es muss dann eine neue Menge von Säure zugesetzt und die Sättigung mit mehr Vorsicht gemacht werden. Zum Niederschlagen bedient man sich eines völlig neutralen, bernsteinsauren Salzes, wozu krystallisirtes bernsteinsaures Natron am besten passt. Man wendet auch bernsteinsaures Ammoniak an, aber es ist öfters sauer, was mit dem krystallisirten immer der Fall ist; man muss daher suchen, seine Auflösung gerade so mit Ammoniak gesättigt zu erhalten, dass sie weder sauer noch alkalisch reagirt. Man braucht jedoch das bernsteinsaure Ammoniak nur in solchen Fällen anzuwenden, wo in der Flüssigkeit ein feuerbeständiges Alkali enthalten ist, dessen Gehalt man bestimmen will.

Das bernsteinsaure Eisenoxyd schlägt sich mit blassrother Farbe nieder, und der Niederschlag geschieht am vollkommensten, wenn man die Masse nachher 15 bis 20 Minuten lang kochen lässt. Versäumt man dieses, so erhält man neutrales bernsteinsaures Eisenoxyd, welches beim Waschen gelatinös wird und sich in dem Waschwasser aufzulösen anfängt. Nach hinreichendem Kochen reagirt die Flüssigkeit schwach sauer, aber sie enthält darum kein Eisen aufgelöst. Im Vorbeigehen bemerke ich, das es zu allen diesen Fällungen des Eisens in Gestalt von basischen Salzen durch Kochen nöthig ist, dass sich das Eisen in der Lösung als Oxyd oder als Chlorid befinde, weil Eisenoxydul oder Eisenchlorür auf diese Weise nicht ausgefällt werden. Bei der hier beschriebenen Analyse ist das Eisen durch Anwendung von Königswasser zur Auflösung des Minerals in Oxyd verwandelt worden, bringt man aber diese Fällungsmethode bei anderen Analysen in Anwendung, wo nichts die höhere Oxydirung des Eisens sicher macht, so sättigt man die Lösung mit Chlorgas und treibt darauf den Ueberschuss davon durch Verdunstung in der Wärme wieder aus. Man schreibt sonst vor, Salpetersäure zuzusetzen und damit zu kochen, aber diese oxydirt niemals so sicher und bringt ausserdem Salpetersäure in die Analyse, was in vielen Fällen ungelegen sein kann. — Das gefällte basische bernsteinsaure

Eisenoxyd wird auf das Filtrum gebracht. Nachdem es ausgewaschen ist, lässt man ammoniakhaltiges Wasser hindurchgehen *), um einen Theil der Bernsteinsäure auszuziehen, weil man dann beim Glühen weniger zu befürchten braucht, dass das Eisenoxyd von der Säure zu Oxydul reducirt werde.

Man glüht das bernsteinsaure Eisenoxyd in einem vorher geglühten und dann gewogenen Porcellantiegel, welcher bei der ersten Einwirkung der Hitze bedeckt sein muss, weil die Masse oft gelinde decrepitirt; aber nachher lässt man der Luft freien Zutritt. Die Verbrennung des bernsteinsauren Eisens darf man nicht in einem Platintiegel vornehmen. Bei Beobachtung vieler Sorgfalt kann sie allerdings glücken; aber gewöhnlich reducirt die Bernsteinsäure in Berührung mit dem Platin das Eisen, welches sich dann mit dem Platin verbindet und einen schwarzen Fleck zurücklässt, der schwierig wieder wegzubringen ist und welcher in dem gewogenen Resultat eine Unrichtigkeit veranlasst. Wie Porcellantiegel über der Lampe zu erhitzen sind, findet man in dem Art. *Tiegel* angeführt. Man bekommt, wenn alles gehörig geschieht, rothes Oxyd, wovon gewisse Theile am Magnet hängen bleiben; welches aber, wenn es mit Salpetersäure behandelt wird, nie etwas Bestimmbares an Gewicht zunimmt, so dass diese letztere Arbeit immer überflüssig ist.

Statt des bernsteinsauren Alkalis kann man auch sehr wohl benzoësaures Alkali anwenden, unter denselben Vorsichtsregeln hinsichtlich der Sättigung der Lösung vor der Fällung, des Kochens des Gemisches und des Auswaschens des abfiltrirten Niederschlags mit kaustischem Ammoniak. Auf diese Weise habe ich auch mit Vortheil essigsaures Kali zur Fällung angewandt; das basische Eisenoxydsalz fällt beim Kochen leicht nieder, wenn etwas aufgelöst bleibt, so scheidet es sich beim Abdampfen der Flüssigkeit ab, während sich Essigsäure, die durch das Kochen frei geworden ist, verflüchtigt.

d. Die Flüssigkeit, woraus das Eisenoxyd niedergeschlagen ist, enthält noch Manganoxydul und Yttererde. Sie werden mit oxalsaurem oder kohlensaurem Kali gefällt,

*) Enthält das Ammoniak Kohlensäure, so wird ein wenig vom bernsteinsauren Eisen aufgelöst.

ausgewaschen, in einem gewogenen Platintiegel geglüht, in Salpetersäure aufgelöst, zur Trockne verdunstet und in dem Tiegel bis nahe zum Glühen erhitzt. Dabei wird das Manganoxydul zu Oxyd oxydirt, indem es die Salpetersäure fahren lässt, aber die Yttererde bleibt als basisches Salz zurück. Nach dem Erkalten wird dieses durch Maceriren mit einer sehr verdünnten und von salpetriger Säure befreiten Salpetersäure ausgezogen, wobei das Manganoxyd ungelöst zurückbleibt, von dem aber viel so fest an dem Tiegel sitzt, dass es nicht abgenommen werden kann. Aus diesem Grunde muss der Tiegel vorher gewogen worden sein. Die Lösung wird abfiltrirt, das Manganoxyd ausgewaschen und in demselben Tiegel geglüht. Die salpetersaure Yttererde wird zur Trockne verdunstet, die Salpetersäure daraus durch Glühen ausgetrieben und die Erde gewogen. Ich bemerke hierbei, dass Manganoxydul und Yttererde nicht durch kohlensaures Ammoniak geschieden werden können, das Oxydul geht mit der Erde in die Lösung über in Gestalt eines Doppelcarbonats mit Ammoniak, auch verliert die kohlensaure Yttererde beim Glühen nicht völlig ihre Kohlensäure, sondern löst sich immer mit schwachem Aufbrausen in Säuren auf, so dass man stets zu viel Yttererde bekommt, wenn man sie nach dem berechnet, was beim Glühen des kohlensauren Salzes zurückbleibt.

Zweites Beispiel. Wir haben im Vorhergehenden die Talkerde unter den Bestandtheilen vermisst. Ihre Anwesenheit erfordert eine andere Operationsmethode, weil die Thonerde und die Talkerde eine so grosse Verwandtschaft zu einander haben, dass, wenn eine Auflösung von beiden mit kaustischem Ammoniak vermischt wird, sich ein Theil der Talkerde als thonsaure Talkerde (wenn man sie so nennen darf) mit der Thonerde niederschlägt, wovon man die näheren Eigenschaften Th. II. p. 377 nachschlagen kann.

a. Wir wollen uns eine Verbindung von Kieselsäure, Thonerde, Talkerde, Kalkerde und Eisenoxyd vorstellen, so wie sie oft als Pyroxen (Augit) oder Amphibol (Hornblende) vorkommt. — Wir denken uns hier die Kieselsäure nach den vorher angegebenen Grundsätzen abgeschieden. Es ist noch übrig, die vier Basen: Kalkerde, Talkerde, Thonerde und Eisenoxyd von einander zu scheiden. Die saure Flüs-

sigkeit, aus welcher wir die Kieselsäure durch Filtriren abgeschieden haben, wird mit dem Waschwasser verdünnt und in ein cylindrisches Gefäss, welches mit einem uhrglasähnlichen Deckel bedeckt werden kann, oder am besten in eine verschliessbare Flasche gegossen und darauf in kleinen Antheilen mit einer Auflösung des Bicarbonats von Kali vermischt. Es entsteht hierbei ein starkes Aufbrausen, wobei der Deckel, auch während der Zumischung des Alkali's, darüber liegen muss, um einen Verlust durch Spritzen zu vermeiden. Das Bicarbonat schlägt die Thonerde und das Eisenoxyd nieder, aber die Kalkerde und die Talkerde bleiben als Bicarbonate in der Flüssigkeit zurück. Wir wollen zuerst die Behandlung des Niederschlags betrachten.

b. Der Niederschlag wird wohl gewaschen; aber weil man sich des Kali's bedient, geht es nicht an, ihn in diesem Zustande zu trocknen und zu glühen, um nachher, durch Abzug des Gewichts des Eisenoxyds, das der Thonerde zu bekommen, weil die niedergeschlagene Thonerde kohlensaures Kali, in einer unauflöslichen chemischen Verbindung, enthält. Man nimmt ihn also vom Filtrum, zieht das auf dem Papier Rückständige mit Salzsäure aus, löst alles zusammen in Salzsäure auf, verdunstet die Lösung im Wasserbade zur Trockne, um die Kieselsäure abzuscheiden, befeuchtet den Rückstand zuerst mit concentrirter Salzsäure und löst ihn dann nach einer halben Stunde in Wasser auf, fällt die filtrirte saure Lösung mit Kalihydrat, welches zur Auflösung der Thonerde im Ueberschuss zugesetzt wird, und das Eisenoxyd unaufgelöst zurücklässt, das gewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen wird. Sollte das Eisenoxyd Mangan enthalten, so löst man es auf und behandelt es mit einem bernsteinsauren Salze, wie es im Vorhergehenden angeführt ist. Die alkalische Auflösung wird mit Chlorwasserstoffsäure übersättigt, bis sich die Thonerde wieder aufgelöst hat, und dann mit kohlensaurem Ammoniak niedergeschlagen. Der Niederschlag wird mit kochendem Wasser gewaschen, getrocknet und geglüht. —

Anmerkung. Mehrere Chemiker pflegen, um grössere Kosten zu vermeiden, aus der alkalischen Auflösung die Thonerde mit einer Auflösung von Chlor-Ammonium niederzuschlagen, was sich darauf gründet, dass das Chlor das

Kalium sättigt, und die Thonerde niederfällt, während das Ammoniak frei wird. Aber dieses Alkali löst, besonders wenn es im grossen Ueberschuss anwesend ist, eine nicht unbedeutende Menge Thonerde auf, die erst durch die Abdampfung des Ammoniaks aus der Flüssigkeit abgeschieden wird. Vergisst man diese Abdampfung, so erhält man nothwendig einen Verlust. Es trifft ausserdem hierbei ein anderer Umstand ein, welchem man selten genug Aufmerksamkeit geschenkt hat, dass nämlich der grosse Ueberschuss von kaustischem Ammoniak, der in der Flüssigkeit entsteht, zu einer Abscheidung des Kali's mit der Thonerde beiträgt, wodurch man bei diesem Verfahren, wenn die Analyse mit Sorgfalt gemacht wird, bei Zusammenrechnung der Bestandtheile immer einen Ueberschuss bekommt. Wenn man, im Gegentheil, die Thonerde aus einer sauren Auflösung mit kohlensaurem Ammoniak niederschlägt, so enthält die Flüssigkeit freie Kohlensäure, durch welche die Verwandtschaft des Alkali's zur Thonerde aufgehoben wird.

c. Die Kalkerde und die Talkerde, welche in der mit Bicarbonat niedergeschlagenen Flüssigkeit aufgelöst zurückgeblieben sind, können auf mehrere Art getrennt werden. 1) Die Flüssigkeit wird mit Chlorwasserstoffsäure gesättigt, die Kohlensäure verjagt, und ein kleiner Ueberschuss von kaustischem Ammoniak augesetzt. Es wird darauf oxalsaures Ammoniak, so lange noch ein Niederschlag entsteht, zugemischt, und die Flüssigkeit in Ruhe gelassen, um die Ausscheidung vollkommen zu machen. Das Gefällte wird auf's Filtrum gebracht und wie im vorhergehenden Beispiel behandelt.

Die filtrirte Flüssigkeit und das Waschwasser werden abgedampft, in einem gläsernen Kolben zum Kochen gebracht und mit kohlensaurem Kali niedergeschlagen. Die klargewordene Flüssigkeit wird abgegossen, der Niederschlag mit ein wenig Wasser abgespült, und das Durchgegangene zur Trockne abgedampft, worauf die Masse mit kochendem Wasser übergossen wird, welches einen neuen Theil Talkerde unaufgelöst zurücklässt. Die Flüssigkeit muss nach der Wiederauflösung alkalisch reagiren. Geschieht dieses nicht, so muss mehr Alkali zugesetzt und wieder eingetrocknet werden. Die beiden Portionen Talkerde werden auf

dasselbe Filtrum gebracht und mit kochendem Wasser gewaschen. Das Waschen geht schnell und muss nicht zu lange fortgesetzt werden, weil sich ein wenig Talkerde im Waschwasser auflöst. Nach Fyfe's Versuchen wird 1 Th. kohlensaure Talkerde von 9000 Th. kochendheissem Wasser aufgelöst. Wäscht man, im Gegentheil, mit kaltem Wasser, so geht das Waschen langsamer, und dann wird 1 Th. des Niederschlages von 2500 Th. Wasser aufgenommen. Die Talkerde wird wohl geglüht und in kohlensäurefreiem Zustande gewogen. — Man löst sie dann in Chlorwasserstoffsäure auf, dampft zur Trockne ab, und löst die Masse wieder in säurehaltigem Wasser auf, wobei eine nicht unbedeutende Menge Kieselsäure zurückbleibt, welche die Talkerde, sowie das Manganoxydul und das Zinkoxyd, gewöhnlich mehr als alle andere Stoffe zurückhalten.

2) Die Flüssigkeit wird mit kohlensaurem Kali versetzt und zur Trockne abgedampft. Man bekommt, wenn die Salzmasse mit Wasser übergossen wird, kohlensaure Kalkerde und kohlensaure Talkerde unaufgelöst, die wohl gewaschen, mit destillirter Schwefelsäure gesättigt und zum angehenden Glühen erhitzt werden. Die Masse wird gewogen, sie wird darauf mit einer gesättigten Auflösung von schwefelsaurer Kalkerde in Wasser ausgezogen, worauf das Unaufgelöste wieder getrocknet, geglüht und gewogen wird. Hierbei zieht die Gypsauflösung nur schwefelsaure Talkerde aus; was diese dann unaufgelöst zurücklässt, ist schwefelsaurer Kalk; der Verlust ist schwefelsaure Talkerde. Die Quantität der beiden Basen wird nach der Zusammensetzung der schwefelsauren Salze, die man in den Tabellen angegeben findet, berechnet.

Man kann auch die beiden zuzammen gefällten kohlensauren Erden in Salzsäure auflösen, die Lösung zur Trockne verdunsten und den Rückstand so lange gelinde erhitzen, als noch Dämpfe von Salzsäure weggehen. Das Chlormagnesium zersetzt dabei Wasser und bildet damit Talkerde und Salzsäure. In dem erhitzten Rückstande ist dann Chlorcalcium, vermischt mit basischem Chlormagnesium, enthalten. Man begiesst den Rückstand mit Wasser, vermischt ihn dann mit reinem Quecksilberoxyd in einer der Quantität der Masse angemessenen Menge, trocknet das Gemisch ein und erhitzt es bis zum anfangenden Glühen. Dann bleibt Talkerde

zurück, während Quecksilberchlorid, Sauerstoff und metallisches Quecksilber wegdunsten. Das Chlorcalcium wird aufgelöst und die zurückbleibende Talkerde mit kochendem Wasser gewaschen, getrocknet und geglüht. Das Chlorcalcium wird auf die bereits angeführte Weise in schwefelsaure Kalkerde verwandelt.

3) Die Kalkerde wird, wie vorher angeführt, mit oxalsaurem Ammoniak niedergeschlagen. Die Talkerde wird darauf mit phosphorsaurem Natron gefällt, welches mit ein wenig kaustischem Ammoniak gemischt ist (weil das einfache neutrale Salz nicht gefällt wird), und der Niederschlag, welcher basische phosphorsaure Ammoniaktalkerde ist, wird gewaschen, geglüht und gewogen. Diese neuerlich vorgeschlagene Methode ist jedoch nicht zuverlässig, weil der Niederschlag, obgleich ganz unauflöslich, wenn die Flüssigkeit einen Ueberschuss von phosphorsaurem Salze enthält, von dem beim Waschen zugegossenen reinen Wasser aufgelöst wird, woraus es sich auf's Neue niederschlägt, wenn man ein phosphorsaures Salz zusetzt. Diese Auflöslichkeit, die beim Gebrauch dieser Methode übersehen wurde, macht das Resultat unzuverlässig, obgleich man es durch die irrige Berechnung corrigirt hat, dass der geglühte Niederschlag 40 p. C. Talkerde enthalten sollte, da er in der That nur 36,67 enthält. Was also durch's Waschen verloren gegangen war, hatte man durch die Annahme einer grösseren Menge Talkerde im Niederschlage ersetzt. Die Talkerde wird daher entweder, wie vorher erwähnt ist, mit kohlensaurem Kali abgeschieden, oder man kann die Flüssigkeit abdampfen und das Salz glühen, wo dann die Talkerde im Wasser unauflöslich zurückbleibt. Enthält das Mineral Mangan, so wird es wie im vorhergehenden Beispiel abgeschieden.

Drittes Beispiel. Wenn Mineralien ein Alkali enthalten, so ist zum Ausziehen des Alkali's eine eigene Operation nöthig. Lässt sich das Mineral in einer Säure auflösen, so ist diese Operation leicht. Besteht es z. B. aus Kieselsäure, Natron, Kalk und Thonerde, so wird das feingepulverte Mineral in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst. Gewöhnlich gelatinirt es; die Masse wird zur Trockne abgedampft, erst mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure und dann mit Wasser

angefeuchtet, die Kieselsäure abfiltrirt und gewaschen, und die Auflösung mit kaustischem Ammoniak, welches die Thonerde abscheidet, und endlich mit oxalsaurem Ammoniak, welches die Kalkerde niederschlägt, gefällt. Nachdem diese abgeschieden sind, wird die Flüssigkeit zur Trockne abgedampft und das Salz in einem gewogenen Platintiegel erhitzt, so lange noch Salmiak davon weggeht, worauf man den Rückstand wiegt. Dieser darf nicht bis zum Schmelzen erhitzt werden, weil dann leicht ein Theil Chlorkalium verflüchtigt wird. Das erhaltene Salz ist jetzt eine Chlorverbindung von Kalium, Natrium oder Lithium. Im letzteren Falle zerfliesst es; aber die beiden ersteren bleiben unverändert. Hat man, nach Zusatz von oxalsaurem Ammoniak, die Auflösung nicht erwärmt, so geschieht es, dass nicht alle Kalkerde ausgefällt ist, und dann hat man noch einen Rückstand von Chlorcalcium, welcher Feuchtigkeit anzieht, im Salze übrig; aber es wird in diesem Falle von kohlensaurem Ammoniak sogleich gefällt. Enthielt das Mineral Talkerde, wovon diese Art Mineralien nicht immer absolut frei sind, so wird das trockene Salz zur Austreibung des Salmiaks erhitzt, dann in wenig Wasser gelöst, die Lösung mit reinem Quecksilberoxyd vermischt, eingetrocknet und darauf zur völligen Verflüchtigung des Quecksilbers erhitzt. Das Salz wird darauf in kochendem Wasser aufgelöst, wobei die Talkerde ungelöst zurückbleibt, die abfiltrirt wird. Die Lösung wird mit einem Tropfen Salzsäure versetzt, weil besonders leicht das Chlornatrium bei diesen Glühungen ein wenig Salzsäure verliert und zur Trockne verdunstet, zu völliger Verflüchtigung des Wassers erhitzt und gewogen.

Selten kommt das eine Alkali ohne Spur von dem anderen vor, besonders was Kali und Natron betrifft. Diese Einmischungen müssen aufgesucht und bestimmt, so wie auch im Allgemeinen das Alkali erkannt werden. Man hat dazu mehrere Methoden vorgeschlagen. Die beste Methode ist, dass man das Chlorür, nachdem es gewogen worden ist, in Wasser auflöst, die Lösung mit so viel salpetersäurefreiem Platinchlorid vermischt, als nöthig sein würde, um, wenn Alles Chlornatrium wäre, mit diesem ein Doppelsalz zu bilden, und das Gemisch, mag bereits ein Niederschlag entstanden sein oder nicht, im Wasserbade zur Trockene ver-

dunstet. Auf den Rückstand wird Alkohol von 0,833 spec. Gewicht gegossen, worin sich das Natriumplatinchlorid auflöst mit Zurücklassung von Kaliumplatinchlorid, welches auf ein Filtrum genommen, mit Alkohol gewaschen, bei + 100° getrocknet und dann daraus der Gehalt an Chlorkalium und Kali berechnet wird. Wird das Gewicht vom Chlorkalium von dem Gewicht des gewogenen Salzes von beiden Alkalien abgezogen, so bekommt man das Gewicht des Chlornatriums, nach welchem der Gehalt an Natron berechnet wird. — Wenn man in vielem Chlornatrium sehr wenig Chlorkalium hat, so könnte es scheinen, als wäre ein so grosser Zusatz von Platinchlorid, dass alles Chlornatrium in Doppelsalz verwandelt wird, nicht erforderlich. Wird aber dieses versäumt, so bleibt von dem Chlornatrium viel in dem concentrirten Alkohol ungelöst, welcher zum Auswaschen desselben in grosser Menge angewendet werden muss, und man ist niemals recht sicher, das Doppelsalz von Kalium ausgewaschen zu haben. Rose schreibt sogar vor, die Lösung des Natriumdoppelsalzes mit Aether zu vermischen, damit von dem Kaliumdoppelsalze sich nichts darin aufgelöst erhalten könne. Ich habe diese Vorsicht nicht angewandt. — Wie Lithion entdeckt und abgeschieden wird, soll weiter unten angeführt werden.

Viertes Beispiel. Wenn ein alkalihaltiges Mineral von Säuren nicht aufgelöst wird, muss es als geschlämmtes Pulver mit dem 3 bis 5 fachen seines Gewichts reiner kohlensaurer Baryterde geglüht werden (welche durch Fällung aus reiner krystallisirter salpetersaurer Baryterde mit kohlensaurem Ammoniak erhalten wurde). Das Glühen geschieht im Platintiegel nach der oben gegebenen Vorschrift. Man bekommt einen zusammengesinterten, oder auch geschmolzenen Klumpen, der in sehr verdünnter Chlorwasserstoffsäure aufgelöst wird, wobei die Kieselsäure gewöhnlich als ein flockiges Pulver grösstentheils unaufgelöst zurückbleibt. Die Auflösung wird eingetrocknet und zur Abscheidung der Kieselsäure ganz wie nach dem Glühen mit Alkali behandelt. Will man auch die Menge noch anderer Bestandtheile, als die des Alkali's, bestimmen, so werden sie mit kaustischem Ammoniak niedergeschlagen; man verfährt damit, wie schon früher beschrieben ist, und schlägt darauf die Baryterde mit

Schwefelsäure nieder. Das beste ist jedoch, durch Behandlung mit Alkali die übrigen Bestandtheile auszumitteln, und durch eine besondere Probe das Alkali durch die Analyse mit kohlensaurem Baryt zu bestimmen. Man versetzt dann, nach Abscheidung der Kieselsäure, die Auflösung mit einem Gemenge von schwefelsaurem Ammoniak und einer hinreichenden Menge kaustischem Ammoniak, wovon Thonerde, Eisenoxyd und schwefelsaure Baryterde zusammen niedergeschlagen werden, die dabei einen weit weniger voluminösen, und folglich weit leichter auszuwaschenden Niederschlag bilden, als die Thonerde allein würde gegeben haben; (will man hierauf noch die übrigen Betandtheile prüfen, so können sie aus diesem gemeinschaftlichen Niederschlage mit Chlorwasserstoffsäure ausgezogen werden). Die filtrirte Flüssigkeit kann noch Kalkerde enthalten; diese muss mit oxalsaurem Ammoniak niedergeschlagen, abfiltrirt und gewaschen werden. Die Flüssigkeit und das Waschwasser werden zur Trockne abgedampft, die Masse in einen gewogenen Platintiegel mit umgekehrt aufgelegtem Deckel gelegt und sehr behutsam erwärmt. Sie wird mit einigem Kochen zersetzt, es entweichen Ammoniak und schwefligsaures Ammoniak, und es bleibt endlich eine flüssige Masse von saurem schwefelsauren Alkali zurück, die noch einiges Glühen aushalten kann, ehe sie neutral wird. Das Salz wird nun im Wasser aufgelöst, mit essigsaurer Baryterde ausgefällt, die Lösung abfiltrirt und der Niederschlag vollkommen ausgewaschen. Die Lösung und das Waschwasser werden zur Trockene verdunstet und das rückständige essigsaure Salz gebrannt, bis alle Essigsäure darin zerstört ist. Die dabei zurückbleibende kohlige Masse enthält kohlensaures Alkali, kohlensaure Baryterde und nicht selten Talkerde. Das Alkali wird daraus mit kochendem Wasser ausgezogen, mit Salzsäure gesättigt und auf die vorhin angegebene Weise behandelt.

Eine viel bequemere Methode ist jedoch, das Mineral auf die vorhin angeführte Weise mit Fluorwasserstoffsäure zu zersetzen, die Basen in schwefelsaure Salze zu verwandeln, diese in Wasser aufzulösen, den zurückbleibenden schwefelsauren Kalk wohl auszuwaschen, die Lösung, wie vorhin angegeben worden ist, mit kaustischem Ammoniak, und, nachdem Thonerde und Eisenoxyd abgeschieden und

gewaschen worden sind, mit essigsaurer Baryterde auf die eben angeführte Weise zu fällen.

Fünftes Beispiel. Verschiedene Silicate, besonders die Glimmerarten und Amphibole, enthalten eine kleine Menge einer Fluorverbindung. Zur Bestimmung des Fluorgehaltes muss man dann einen besonderen Versuch anstellen. Das Mineral wird mit Alkali geglüht, die geglühete Masse mit Wasser ausgekocht und das Ungelöste mit kochendem Wasser ausgewaschen. Es wird dadurch fortwährend etwas zersetzt, weil es von basischen Doppelsilicaten von Alkali mit Thonerde, Kalkerde, Talkerde u. s. w. ausgemacht wird, und man hört mit dem Auswaschen auf, wenn das Waschwasser einen sehr geringen Fleck zurücklässt.

Die Lösung enthält kohlensaures Natron, Thonerde-Natron, kieselsaures Natron und eine kleine Portion Fluornatrium. Man vermischt sie mit kohlensaurem Ammoniak, so lange noch etwas dadurch gefällt wird, und dann mit einer Lösung von kohlensaurem Zinkoxyd in kaustischem Ammoniak, bis dadurch kein Niederschlng mehr entsteht. Die Flüssigkeit wird dann in gelinder Wärme zur Trockne verdunstet, wobei man im Anfange das Gefäss mit einem bauchigen Glase bedeckt, bis das weggehende Ammoniak kein Spritzen mehr bewirkt. Die Masse wird in kochendem Wasser wieder aufgelöst und das Ungelöste damit abgewaschen. Das Waschwasser wird auf ein geringeres Volum verdunstet und in einem Gefäss von Platin mit der zuerst durchgegangenen Lösung vermischt. Dann wird die Flüssigkeit mit der nöthigen Vorsicht mit Salzsäure gesättigt, die man in möglichst kleinem Ueberschuss hinzusetzt. Hierbei entsteht eine starke Entwickelung von Kohlensäuregas; die Flüssigkeit wird dann bis zur Abdunstung aller Kohlensäure 24 Stunden lang in einer Temperatur von + 20° höchstens + 30° erhalten. Unterdessen hat man eine Lösung von Chlorcalcium in einer Flasche mit kaustischem Ammoniak in einigem Ueberschuss vermischt und dieses Gemisch 48 Stunden lang stehen gelassen, damit sich alle möglicherweise entstandene kohlensaure Kalkerde daraus abgesetzt habe. Mit dieser klaren Lösung wird nun die schwach saure Flüssigkeit vermischt, bis sie den Geruch nach Ammoniak erhalten hat,

das Gemisch sogleich in eine Flasche gegossen und diese verschlossen. Das Fluor fällt dann mit Calcium nieder. Nachdem sich der Niederschlag abgesetzt hat, wird die klare Flüssigkeit abgegossen und die Flasche mit gekochtem und wieder erkaltetem destillirten Wasser gefüllt, was nach erfolgter Klärung wieder abgegossen und noch ein Mal durch neues Wasser ersetzt wird. Jetzt wird das Fluorcalcium auf ein Filtrum genommen und gewaschen, ohne dass man zu befürchten hat, dass kohlensaure Kalkerde gebildet werde und sich dem Fluorcalcium beimische. Das Fluorcalcium wird getrocknet, geglüht, gewogen und daraus der Fluorgehalt berechnet.

Der Zusatz von Zinkoxyd-Ammoniak hat zum Zweck, die Thonerde und Kieselsäure mit Zinkoxyd zu verbinden, wodurch sie in der alkalischen Flüssigkeit vollkommen unlöslich werden. Hat man dann diese zu beachten, so löst man die Verbindung in Salzsäure, verdunstet die Lösung, um die Kieselsäure auf die gewöhnliche Weise unlöslich zu machen, vermischt die Lösung von Zinkoxyd und Thonerde mit essigsaurem Kali in hinreichender Menge, um alle Salzsäure mit Kali zu sättigen, fällt das Zinkoxyd durch Schwefelwasserstoff aus und darauf die Thonerde mit Ammoniak.

Eine andere Methode, die in manchen Fällen zur Bestimmung des Fluorgehaltes anwendbar sein kann, ist von Wöhler vorgeschlagen worden. Man vermischt das abgewogene Mineral, wenn es nicht schon ein Silicat enthält, sehr innig mit reiner Kieselsäure, füllt das Gemenge in einen kleinen, auf die Waage passenden Kolben, mischt gekochte, höchst concentrirte Schwefelsäure hinzu, und verschliesst das Gefäss rasch mit einem Kork, durch welchen ein kleines, mit geschmolzenem Chlorcalcium gefülltes und zu einer feinen Spitze ausgezogenes Rohr luftdicht gesteckt ist. Der ganze Apparat wird nun gewogen und dann so lange erwärmt, als noch Fluorkieselgas fortgeht. Die letzten Antheile entfernt man dadurch, dass man den Apparat, auf warmem Sand stehend, unter der Glocke einer Luftpumpe auspumpt. Der Gewichtsverlust, den er nachher zeigt, ist Fluorkiesel. Für jeden Theil Fluor werden 1,395 Fluorkiesel gebildet, entsteht also ein entsprechender Gewichtsverlust.

2. Phosphorsaure und arseniksaure Verbindungen.

Sie kommen in der Natur gewöhnlich mit einander vermischt vor. Metallsalze zersetzt man am besten durch Glühen mit dem 3fachen Gewicht kohlensauren Kali's; nach dem Auslaugen mit Wasser bleiben die Basen zurück. War die Probe vor der Behandlung mit Alkali geglüht und gewogen, so zeigt das Gewicht der zurückbleibenden Basen die Menge der vom Alkali ausgezogenen Säuren an. Hiervon sind jedoch Eisen- und Manganoxydul-Salze auszunehmen. Die Basen werden in Salpetersäure, oder wenn sie aus Eisenoxyd und Manganoxyd bestehen, in mit ein wenig Alkohol vermischter Salzsäure aufgelöst und daraus durch Schwefelwasserstoffgas alles Fällbare niedergeschlagen. Das Gas wird vollständig abgedunstet, und was dann in der Säure noch aufgelöst ist, durch Ammoniak gefällt. — Wenn zugleich phosphorsaurer Kalk mit vorkommt, verhält sich dieser wie eine durch Ammoniak fällbare Basis. Man muss alsdann den Niederschlag in Essigsäure auflösen, und die Lösung so lange mit essigsaurem Bleioxyd vermischen, als dieses noch phosphorsaures Bleioxyd niederschlägt, worauf man das überschüssig zugesetzte Bleisalz durch Schwefelwasserstoff entfernt, bevor man, wie es im Folgenden für die Trennung von Metalloxyden angegeben ist, zur weiteren Trennung der Basen schreitet.

Die alkalische Lösung enthält die Arseniksäure und Phosphorsäure oder nur eine von beiden. Sie kann aber auch Thonerde enthalten, wenn sie in der Probe enthalten war. Das Alkali wird mit Salpetersäure gesättigt; wird dabei nichts niedergeschlagen, so war im Alkali keine Thonerde enthalten, von der auf jeden Fall auch die geringste Spur entdeckt wird, wenn man die Flüssigkeit, zu der man etwas überschüssige Säure gesetzt hat, mit Ammoniak sättigt. Was so niederfällt, ist basische phosphorsaure oder arseniksaure Thonerde. Ist nur die eine dieser Säuren vorhanden, so schlägt man sie mit essigsaurem Bleioxyd nieder, und dieser Niederschlag ist zwei Drittel arseniksaures oder phosphorsaures Bleioxyd, woraus man das Gewicht der Säure berechnen kann. Hat man es mit beiden Säuren zugleich

zu thun, so zersetzt man die Lösung in einer tubulirten Flasche, unter Ausschluss der Luft, durch einen Strom von Schwefelwasserstoffgas, bis das arseniksaure Salz in Sulfarseniat umgewandelt ist, aus welchem man das Schwefelarsenik durch Essigsäure niederschlägt, auswäscht, bei $+100^{\circ}$ in einem getrockneten Luftstrom trocknet und wiegt. Das Gewicht der Arseniksäure kann daraus berechnet werden. Die durch Essigsäure gefällte Flüssigkeit wird zur Verjagung aller Spur von Schwefelwasserstoff gekocht, und die Phosphorsäure durch essigsaures Bleioxyd gefällt.

Phosphorsaure Erdsalze können nicht mit Alkali allein analysirt werden, sondern man muss Kieselsäure zusetzen und damit glühen. Das Salz wird mit Wasser ausgezogen, und ist phosphorsaures und kieselsaures Alkali. Die Basen bleiben als kieselsaure zurück, und werden wie solche behandelt. Aus dem aufgelösten Salz wird die Kieselsäure durch Sättigung mit Salpetersäure und Abdampfung zur Trockne erhalten. Die weitere Behandlung geht aus dem Vorhergehenden hervor.

Die natürlichen phosphorsauren und arseniksauren Salze enthalten jedoch fast immer sowohl Chlor als auch Fluor, auf welche bei der Analyse Rücksicht genommen werden muss. Zu ihrer Bestimmung, neben der der erwähnten Säuren, kann man auf folgende Weise verfahren: Nachdem die Probe mit hohlensaurem Natron geglüht worden ist, sättigt man die mit Wasser ausgezogene alkalische Flüssigkeit so genau wie möglich mit Salpetersäure in einem Platingefäss, wobei man genau Acht gibt, ob etwas niederfällt, welches dann abgeschieden und besonders untersucht werden muss. Fällt nichts nieder, so setzt man ein wenig Salpetersäure im Ueberschuss zu und fällt die Lösung mit salpetersaurem Silberoxyd. Sie wird erhitzt, damit sich das Chlorsilber ansammelt, das Klare wird ab- und neues Wasser aufgegossen, erhitzt und klären gelassen, worauf es dem übrigen abgegossenen zugefügt wird. Jetzt kann das Chlorsilber auf ein gewogenes Filtrum genommen und gewaschen werden, ohne dass man ein Angreifen des Glases zu befürchten hat, im Fall die Probe Fluor enthielt. Darauf wird durch salpetersaures Silberoxyd, das mit kaustischem Ammoniak versetzt worden ist, basisches arseniksaures und phosphorsaures Sil-

beroxyd ausgefällt, und dann der Ueberschuss von Ammoniak vor dem Filtriren weggedunstet, damit nichts von den Salzen, die gefällt werden sollen, dadurch aufgelöst erhalten wird. Will man nicht diese ganze Operation machen, so kann man auch die Flüssigkeit, nachdem sie mit Salpetersäure übersättigt worden ist, mit Ammoniak vermischen, sie dann in ein Gefäss von Glas giessen, das dabei etwa Niederfallende für eine genauere Untersuchung abfiltriren, die ammoniakalische Flüssigkeit mit salpetersaurem Silberoxyd fällen und das überschüssige Ammoniak im Wasserbade abdunsten. Der Niederschlag, welchen man nun erhält, besteht aus Chlorsilber und den beiden basischen Salzen. Salpetersäure löst die basischen Salze und lässt das Chlorsilber zurück, welches gewaschen und gewogen wird. Die Lösung in Salpetersäure wird mit einer Lösung von Kochsalz oder Salmiak ausgefällt, das Chlorsilber abgeschieden und die freie Säure mit Alkali gesättigt, worauf die vorhin angeführte Behandlung mit Schwefelwasserstoff zur Abscheidung des Schwefelarseniks angewandt wird.

Will man nun eine von Wöhler vorgeschlagene Verbesserung in der Bestimmung des Arsenikgehaltes als Schwefelarsenik benutzen, so vermischt man die von Silber befreite Flüssigkeit zuerst mit einer gesättigten Auflösung von schwefligsaurem Gas in Wasser und kocht das Gemisch, bis daraus alle schweflige Säure, die im Ueberschuss hinzugekommen war, wieder ausgetrieben worden ist. Die schweflige Säure wird auf Kosten der Arseniksäure in Schwefelsäure verwandelt und reducirt also die Arseniksäure zu arseniger Säure, die durch Schwefelwasserstoff mit Leichtigkeit in arseniges Sulfid, $As S^3$, verwandelt wird, welches mit ein wenig Salzsäure ausgefällt, auf ein Filtrum genommen, gewaschen, bei $+100°$ getrocknet und gewogen wird.

Welchen von diesen Wegen man wählen mag, so bleibt noch übrig, die Quantität von Phosphorsäure zu bestimmen. Die Flüssigkeit wird von Schwefelwasserstoff befreit, mit kaustischem Ammoniak gesättigt, welches man im Ueberschuss zusetzt, und mit Chlorbarium gefällt. Der Niederschlag wird gut ausgewaschen, geglüht und gewogen. Dann wird er mit kochender verdünnter Salzsäure übergossen, die etwa darin enthaltene schwefelsaure Baryterde, welche durch

die während der Operation hineingekommene Schwefelsäure gebildet worden ist, bleibt dann ungelöst; sie wird abfiltrirt, geglüht, gewogen und ihr Gewicht von dem der phosphorsauren Baryterde abgezogen. Jetzt wird die Baryterde aus der sauren Lösung mit Schwefelsäure ausgefällt, der Niederschlag gewaschen, geglüht, gewogen und das Gewicht der Baryterde daraus berechnet. Wird dieses dann von dem Gewicht der phosphorsauren Baryterde abgezogen, so bleibt das der Phosphorsäure übrig.

Das Fluor, welches die Probe enthalten haben konnte, bleibt in der mit Silber gefällten Flüssigkeit zurück, denn Fluorsilber ist ein lösliches Salz. Die Flüssigkeit wird nun in einer Flasche mit einer Lösung von salpetersaurer Kalkerde, die 48 Stunden vorher mit Ammoniak im Ueberschuss versetzt worden ist und alle möglicherweise gebildete kohlensaure Kalkerde abgesetzt hat, vermischt und das niederfallende Fluorcalcium auf die im Vorhergehenden, S. 75, angeführte Weise behandelt. Aber dieses Fluorcalcium muss dann untersucht werden, ob es nicht etwa durch eine fehlerhaft ausgeführte Operation entstandene phosphorsaure oder arseniksaure Kalkerde ist, was am leichtesten mit Hülfe des Löthrohrs geschieht.

Phosphorsaure Erdsalze können auch auf die Weise analysirt werden, dass man sie durch Digestion mit Salpetersäure auflöst, die Lösung mit kaustischem Ammoniak vermischt, gerade bis zu dem Moment, wo der Niederschlag anfängt, sich nicht mehr wieder aufzulösen, und dann essigsaures Bleioxyd zusetzt, bis dadurch kein Niederschlag mehr entsteht. Der entstandene Niederschlag wird abgeschieden und dem Gewichte nach bestimmt. Das Blei wird aus der Lösung mit Schwefelwasserstoff gefällt, und nach dem Austreiben des überschüssigen Schwefelwasserstoffs in der Wärme wird die Erde mit einem geeigneten Fällungsmittel ausgefällt.

Bei Analysen von phosphorsaurem Eisen ist es nicht selten der Fall, dass beide Oxydationsgrade des Eisens vorkommen, die dann beide dem Gewichte nach bestimmt werden müssen. Wie dieses geschieht, werde ich weiter unten bei den besonderen Scheidungsmethoden anführen.

3. Kohlen-

3. Kohlensaure Verbindungen.

Es ist oft der Fall, dass kohlensaure Verbindungen, entweder für sich, oder mit anderen Verbindungen gemengt, auf ihren Kohlensäure-Gehalt untersucht werden müssen. Dieses geschieht sowohl auf nassem, als auch auf trocknem Wege.

1. Auf nassem Wege. Das Princip dieser Bestimmung besteht darin, dass man eine gewogene Probe in einer Säure auflöst und das Gewicht der dabei weggehenden Kohlensäure bestimmt. Aber dazu ist es erforderlich, dass die Kohlensäure wasserfrei weggehe, dass nichts davon in der Lösung zurückbleibe und dass das Gas mit einer gewissen Langsamkeit entwickelt werde, so dass es trocken wird. Dazu ist noch ferner erforderlich, dass der dabei angewandte Apparat so leicht sei, dass er mit aller Genauigkeit gewogen werden kann.

Die nebenstehende Figur stellt einen hierzu geeigneten Apparat vor. Er besteht aus zwei dünnen, leichten, cylindrischen Unzenflaschen A. und B., die eine etwas weite Oeffnung haben; die Oeffnungen werden mit guten und luftdicht schliessenden Körken, die mit 2 Löchern für Glasröhren versehen sind, verschlossen. In das eine Loch des Korks der Flasche A. ist ein in einen rechten Winkel gebogenes, kurzes Rohr, C. D., eingepasst, welches sich mit dem Kork endigt. In das andere ist ein gewöhnliches Chlorcalciumrohr, G., gesteckt. In dem Kork der Flasche B. sind diesen entsprechende Röhren eingepasst, aber das rechtwinklige Rohr D. F. reicht bis auf den Boden der Flasche, und das Chlorcalciumrohr, H., liegt horizontal und hat an dem zuleitenden Rohr eine ausgeblasene Kugel, E. Die Figur zeigt dies

hinreichend deutlich, so dass es keiner genaueren Beschreibung bedarf. Die rechtwinkligen Röhren sind mit einem Caoutschoucrohr luftdicht mit einander verbunden. Die Flasche A. ist zur Aufnahme der Probe, deren Kohlensäure bestimmt werden soll, und die Flasche B. zur Aufnahme der Säure bestimmt. Man wiegt zuerst den Apparat mit der Säure in der Flasche B., und wenn alles im Gleichgewicht ist, wird in A. die Probe eingewogen. Um in A. die Säure in kleinen Portionen nach einander einzugiessen, saugt man vorsichtig an dem offenen Ende des Chlorcalciumrohrs G., oder, was noch viel besser ist, man befestigt an dem offnen Ende des Chlorcalciumrohrs H. eine kleine Caoutschoucflasche luftdicht, die man jedes Mal, wenn die Säure aus B. in A. getrieben werden soll, mit der Hand zusammendrückt. Das Kohlensäuregas geht dann durch das Chlorcalciumrohr H. und setzt darin sein Wasser ab. Zuletzt bleibt jedoch Kohlensäuregas in der Flüssigkeit aufgelöst zurück, die mit einem Strom von atmosphärischer Luft daraus ausgetrieben werden muss. Der Apparat wird in ein Wasserbad gestellt, dessen Temperatur allmälig bis zu $+80^0$ erhöht wird. An das offene Ende von G. wird ein Chlorcalciumrohr gebunden und an das offene Ende von H. ein Saugapparat, und auf diese Weise lässt man nun einen getrockneten Luftstrom langsam durch G. ein- und durch H. ausdringen. Die Kugel E., welche mit einer kleinen, kaltes Wasser oder Eis enthaltenden Schaale umgeben werden kann, dient zur Condensirung des Wassers aus der heraustretenden Luft, bevor diese in das Chlorcalciumrohr gelangt, welches durch aufgelöstes Chlorcalcium sonst leicht verstopft werden könnte.

In Ermangelung einer Wage, die hinreichend stark ist, um die schwereren Flaschen zu tragen, kann man vor der Lampe einen kleinen, sehr leichten Apparat von nebenstehender Gestalt blasen, bei welchem A. für die Probe und B. für die Säure bestimmt ist. Die Oeffnungen werden mit Körken verschlossen, von denen jeder mit einem Chlorcalciumrohr versehen ist, so wie vorhin bei A. und B. Die Operaration geht dann auf dieselbe Weise vor sich. Dieser letztere

A B

Apparat ist etwas zerbrechlich, aber man bläst sich für den jedesmaligen Gebrauch leicht einen neuen.

Nachdem das Kohlensäuregas durch Luft ausgetrieben und der Apparat erkaltet und trocken geworden ist, wird er gewogen. Was er nun weniger wie vorher wiegt, ist weggegangene Kohlensäure.

Die Säure, welche man hierzu anwendet, ist entweder Salzsäure oder Salpetersäure. Die Salzsäure darf kein höheres specifisches Gewicht haben, als 1,10, wenn nicht ein wenig Salzsäuregas mit dem Kohlensäuregas davon abdunsten soll. Die Salpetersäure muss durch Kochen von salpetriger Säure befreit worden sein; sie kann 1,3 oder ein beliebig niedrigeres specifisches Gewicht haben, und man wendet sie immer vorzugsweise an, wenn die Probe sie nicht zersetzt und nicht die Bildung von Stickoxydgas veranlasst.

2. *Auf trocknem Wege* bestimmt man den Kohlensäuregehalt auf folgende Weise: Man bläst an das Ende eines 3—4 Zoll langen Barometerrohrs von etwas schwer schmelzbarem Glas eine Kugel A., die gerade so gross ist, dass sie die Probe aufnehmen kann. Dieser kleine Apparat wird auf einer Wage ins Gleichgewicht gestellt, und dann in die Kugel desselben die in einem Exsiccator ausgetrocknete Probe eingewogen. Das Rohr wird dann so nahe an der Kugel wie möglich, und ohne diese zu erhitzen, ausgezogen, und an der Ausziehungsstelle, in der Nähe der Kugel, gebogen, so dass es die Gestalt einer kleinen Retorte bekommt. Die nebenstehende Figur A. zeigt die Gestalt des Rohrs zur Einwägung, und B. die Gestalt, nachdem es ausgezogen, gebogen und der ausgezogene Theil des Rohrs an einer passenden Stelle von nöthiger Länge abgeschnitten worden ist. Der kleine Apparat wird nun wieder gewogen, und mit einer ähnlichen kleinen gewogenen Vorlage mit Chlorcalciumrohr verbunden, wie man sie bei organischen Analysen anwendet, Th. VI., Taf. I., Fig. 5 oder 8. Dann wird die Kugel in der Flamme einer Spirituslampe geglüht, bis alles Wasser ausgetrieben ist. Darauf wird der Hals der kleinen Retorte

mittelst eines Feilstrichs abgeschnitten, und zwar ein Stück von der Vorlage entfernt, weil in dem Ende desselben immer ein Wassertropfen zurückbleibt. Die Vorlage mit dem Chlorcalciumrohr und dem Glasstück wird nun gewogen und damit ganz so verfahren, wie ich bei der organischen Analyse im Einzelnen beschrieben habe, nachdem man dadurch hinreichend lange Luft hat strömen lassen, um die Kohlensäure daraus auszutreiben. Was die Vorlage an Gewicht zugenommen hat, war Wasser. Was die Probe verloren hat, findet man, wenn das Rohr, welches mit der Vorlage gewogen worden ist, dem Rückstande der kleinen Retorte hinzugefügt, beide gewogen, und das Gewicht des Wassers von dem, was der kleine Apparat verloren hat, abgezogen wird.

Inzwischen ist es recht oft der Fall, dass die Hitze, welche auf diese Weise angewandt werden kann, nicht hinreicht, um alle Kohlensäure auszutreiben. Man schneidet deshalb den Retortenhals so nahe wie möglich an der Kugel ab, wiegt so viel von der Probe, als man aus der Kugel bekommt, in einen Platintiegel, und glüht in stärkerer Hitze, bis die Probe bei neuem Glühen nichts mehr an Gewicht verliert, wonach dann der Verlust des Ganzen berechnet wird. Der geglühete Rückstand muss hernach immer mit Säure geprüft werden, ob nicht bei der Auflösung noch Aufbrausen entsteht.

4. Borsaure Verbindungen.

Diese kommen in der Natur theils für sich, theils in Gestalt von Doppelsalzen mit kieselsauren Verbindungen vor. Von reinen borsauren Salzen kennen wir nur die borsaure Kalkerde und Talkerde als Mineralien.

Ihre Analyse geschieht am besten auf die Weise, dass man die pulverisirte Probe in zwei gleiche Theile theilt. Die eine Hälfte wird zur Bestimmung des Wassergehalts durch Glühen angewendet. Die andere Hälfte wird mit Fluorwasserstoffsäure übergossen, damit digerirt und dann der Ueberschuss der Säure im Wasserbade wieder weggedunstet. Der Rückstand besteht aus einem Fluorborür und einem Fluorür. Das erstere ist in Wasser löslich, besonders wenn dieses mit ein wenig Salzsäure schwach sauer gemacht ist. Das

letztere ist darin unlöslich. Die Lösung und das Waschwasser werden concentrirt und mit einer Lösung von essigsaurem Kali im Ueberschuss vermischt. Die Masse verdickt sich dadurch zu einem Magma, indem sich Borfluorkalium bildet. Sie wird nun mit starkem Alkohol angerührt, worin sich die essigsauren Salze auflösen, das Borfluorkalium aber wird auf ein gewogenes Filtrum genommen, mit kaltem Alkohol gewaschen, bei + 100° getrocknet, gewogen und daraus die Quantität der Borsäure berechnet. Die Alkohollösung wird bis zur Verflüchtigung des Alkohols verdunstet und die in der rückständigen Flüssigkeit enthaltene Erde nach bereits gegebenen Regeln ausgefällt. Das ungelöste Fluorür wird mit Schwefelsäure zersetzt, als schwefelsaures Salz gewogen und dann untersucht. Man kann die Borsäure auch aus dem Verlust bestimmen, wenn man, nach beendigter Einwirkung der Fluorwasserstoffsäure, Schwefelsäure zusetzt und die Säuren durch Hitze austreibt, so dass nur die Basen als schwefelsaure Salze zurückbleiben, die dann in Betreff ihrer Natur und Quantität bestimmt werden.

Die Borosilicate werden in Salzsäure aufgelöst und die Lösung zur Abscheidung der Kieselsäure wie gewöhnlich im Wasserbade verdunstet. Die trockne Masse wird mit einer kleinen Menge starker Salzsäure befeuchtet, und dann mit Wasser übergossen, welches die Chlorüre und die Borsäure mit Zurücklassung der Kieselsäure auflöst. Aus dieser Lösung werden die Basen auf die Weise gefällt, dass man sie mit kohlensaurem Kali übersättigt, dann in einem Platintiegel verdunstet und das zurückbleibende Salz gelinde glüht. Wird dann Wasser auf die erkaltete Masse gegossen, so bleiben die kohlensauren Erden ungelöst zurück und man erhält eine Lösung von Chlorkalium, borsaurem und kohlensaurem Kali. Diese Lösung wird mit Essigsäure sauer gemacht und mit einer Lösung von Fluorkalium vermischt, so lange die Flüssigkeit dabei noch Borfluorkalium bildet. Die Masse wird dann mit einem gleichen Volum Alkohol von 0,833 verdünnt, das Borfluorkalium auf ein Filtrum genommen und mit Alkohol von 0,85 gewaschen. Die kohlensauren Erdsalze werden auf die gewöhnliche Weise untersucht.

Rammelsberg hat eine andere Methode angegeben: Er löst in Salzsäure auf, scheidet die Kieselsäure, wie eben

gesagt wurde, ab, sättigt die saure Lösung mit Ammoniak, wobei Thonerde und Eisenoxyd gefällt werden, fällt darauf die Kalkerde mit Oxalsäure, filtrirt, verdunstet die Lösung, welche ausser oxalsaurem und borsaurem Ammoniak Salmiak enthält, bis zur Trockne und treibt aus dem Rückstande alles Flüchtige durch Glühen aus, worauf die Borsäure allein zurückbleibt und gewogen werden kann. Diese Methode wird eigentlich für die Verbindung von borsaurer und kieselsaurer Kalkerde angewandt. Sie war bei Gegenwart von andern Basen nicht anwendbar und erfordert zur Abscheidung der Borsäure aus diesen die Anwendung von Fluorwasserstoffsäure. Die Borsäure führt ausserdem den Uebelstand mit sich, dass sie, ungeachtet ihrer Feuerbeständigkeit beim Schmelzen, in bemerkenswerther Quantität in Dampfform den Stoffen folgt, die beim Erhitzen davon verflüchtigt werden, wodurch Verlust entsteht. Ein anderer Verlust entsteht auch dadurch, dass, wenn die Erden mit Ammoniak aus einer borsäurehaltigen Flüssigkeit gefällt werden, der Niederschlag immer ein basisches borsaures Salz ist.

Kommt Borsäure in kleineren Quantitäten in Silicaten vor, wie z. B. im Axinit und Turmalin, die nicht durch Säuren zersetzt werden, so wird die Probe durch Glühen mit kohlensaurem Kali zersetzt, die geglühete Masse mit Wasser ausgelaugt, die Flüssigkeit, welche kohlensaures und borsaures Kali, so wie Kieselsäure und Thonerde aufgelöst enthält, durch Verdunstung concentrirt und bis zur völligen Verwandlung des Alkali's in Bicarbonat mit kohlensaurem Ammoniak vermischt, wodurch die kieselsaure Thonerde ausgefällt wird. Man lässt dann bei $+ 30^{\circ}$ das Ammoniak in einem flachen Gefäss grösstentheils davon verdunsten, filtrirt die Flüssigkeit, sättigt sie mit Essigsäure und vermischt sie nun mit Fluorkalium, so lange noch Borfluorkalium niederfällt, worauf Alkohol zugemischt und das Borfluorkalium auf die oben angeführte Weise gesammelt wird.

5. Titansaure und tantalsaure Verbindungen.

Sie werden im Allgemeinen nach demselben Plan analysirt, der jedoch modificirt werden kann, wie ich in der Kürze andeuten will.

a. Die pulverisirte Probe wird in einem Platintiegel mit zweifach-schwefelsaurem Kali bei Glühhitze geschmolzen, wobei sie sich in der freien Säure von diesem Salze zu einem klaren Liquidum auflöst. Wasser löst dann alles auf, wenn Titanate angewandt wurden, es lässt aber Tantalsäure ungelöst zurück, wenn der Versuch mit einem Tantalat geschah.

Die Auflösung des Titanats im sauren schwefelsauren Kali wird mit vielem Wasser verdünnt, mit kaustischem Ammoniak gesättigt und mit Ammoniumsulfhydrat ausgefällt. Dadurch werden die basischen Metalloxyde in Schwefelmetalle verwandelt, während die Titansäure unverändert niederfällt. Man lässt die Flüssigkeit sich klären und giesst sie dann ab, worauf der Niederschlag unmittelbar mit einer Lösung von schwefliger Säure in Wasser übergossen wird, mit der sich die Schwefelmetalle verbinden zu in Wasser löslichen unterschwefligsauren Salzen, während die Titansäure ungelöst bleibt, welche mit schwacher schwefliger Säure gewaschen, dann getrocknet, geglüht und gewogen wird. Die Titansäure hält jedoch leicht ein wenig Schwefelsäure zurück, die ihr Gewicht vermehrt. Diese lässt sich schwierig durch blosses Glühen austreiben, wenigstens nicht über der Spirituslampe. Man muss dann die Säure in einer Atmosphäre von Ammoniakgas glühen, was sehr leicht auf folgende Weise geschieht: Man macht einen kleinen Triangel von Platindrath, der gerade bis zur Hälfte in den Tiegel hinunter geht, legt ihn in den Tiegel und setzt darauf ein rund geschnittenes Platinblech, dem man die Form einer Schaale gegeben hat durch Druck mit dem Pistill in einem kleinen Löthrohr-Mörser. Sobald der Tiegel mit der Titansäure im Boden glüht, bringt man auf die kleine Schaale ein Stück kohlensaures Ammoniak und legt den Tiegeldeckel wieder ganz dicht auf. Das Ammoniaksalz verflüchtigt sich allmälig und erfüllt den Tiegel mit Ammoniakgas, womit sich die Schwefelsäure verbindet und verflüchtigt. Man kann das Ammoniaksalz nicht direct auf die Säure legen, theils weil es sich dann zu schnell verflüchtigen würde, theils weil, wenn es etwas Fremdes enthielte, dieses auf der Säure zurückbleiben und deren Gewicht vermehren würde. Dieser kleine Handgriff, um in Ammoniakgas zu glühen,

findet in mehreren Fällen Anwendung. Es ist dabei nöthig zu beobachten, dass die kleine Schaale keinen zu grossen Durchmesser im Verhältniss zu dem Tiegel erhalte, sondern dass sie an den Seiten um sich herum dem Gase freien Spielraum lasse.

Die Lösung der unterschwefligsauren Metalloxyde wird mit Salpetersäure vermischt, gekocht und dann nach den gewöhnlichen Vorschriften behandelt.

Ist die Probe ein Tantalat, so bleibt die Tantalsäure ungelöst. Sie wird mit Wasser gut ausgekocht und die Lösung, welche die Basen enthält, nach gewöhnlichen Regeln behandelt. Die gewaschene Tantalsäure wird noch feucht mit Ammoniumsulfhydrat behandelt, wodurch sie schwarz wird, weil sich dabei eine Portion von zurückgehaltenem Eisenoxyd in Schwefeleisen verwandelt. Dabei zieht das Schwefelsalz sehr oft theils Zinn, theils Wolfram aus, die sich in Gestalt von Sulfiden auflösen. Der schwarze Rückstand wird mit Wasser, welches Schwefelwasserstoff enthält, gewaschen, darauf mit verdünnter Salzsäure gekocht, die das Schwefeleisen auszieht. Die Tantalsäure wird dann gewaschen, getrocknet, in Ammoniakgas geglüht und gewogen.

Die Lösung in Ammoniumsulfhydrat wird verdunstet, bis das Schwefelammonium verflüchtigt ist, der Rückstand mit concentrirter Salpetersäure gekocht, um die Schwefelmetalle zu oxydiren, und das Gemisch mit kaustischem Ammoniak im Ueberschuss versetzt, worin sich die Wolframsäure auflöst, während das Zinnoxyd zurückbleibt. Die ammoniakalische Flüssigkeit wird abfiltrirt, verdunstet, bis der Ueberschuss von Ammoniak beinahe entfernt ist, dann mit einem Tropfen bernsteinsaurem Ammoniak geprüft, ob noch etwas Zinnoxyd darin enthalten ist, und, wenn dieses daraus ausgefällt und abgeschieden ist, wird die Flüssigkeit eingetrocknet, die Wolframsäure geglüht und gewogen. Wiewohl hierbei Ammoniak weggeht, so schadet es nicht, die Säure wieder zu glühen, anfangs in Ammoniakgas und hernach, wenn sie dabei blau geworden ist, in der Luft.

Das Zinnoxyd ist mit Schwefel gemischt, der weggebrannt wird, worauf man auch das Zinnoxyd in Ammoniakgas glüht.

b. Titaneisen wird nach Mosander am besten auf die Weise analysirt, dass man die Probe in einem Porcel-

lanrohr bei strengem Feuer in Wasserstoffgas glüht (S. Art. *Röhren von Porcellan).* Das Eisen wird dabei zu Metall reducirt, welches nun mit verdünnter Salzsäure ausgezogen werden kann; es löst sich unter Entwickelung von Wasserstoffgas auf, während die Titansäure eisenfrei und unangegriffen zurückbleibt.

In wie weit diese Methode auch beim Tantalit anwendbar sei, ist nicht untersucht worden.

c. Fuchs analysirt das Titaneisen auf folgende Weise: Das Mineral wird zu feinem Pulver gerieben, in einer Flasche gewogen, die Flasche mit einer etwas verdünnten Salzsäure, die mit Kochsalz versetzt worden ist, fast ganz angefüllt und durch Kochen von Luft befreit. Darauf wird ein schmales, gewogenes, ein Paar Mal mit einem Platindrath umwickeltes Kupferblech eingelegt und die Flasche verschlossen. Bei + 18° bis + 20° braucht der Process nicht über 24 Stunden, um beendet zu sein. Die Flüssigkeit färbt sich im Anfange grün, nachher wird sie fast farblos, worauf weisse Titansäure auf dem Boden liegt. Wird der Versuch noch länger fortgesetzt, so wird auch ein wenig von dieser reducirt, wodurch die Flüssigkeit einen Stich in Purpur bekommt. Das Kupfer muss also herausgezogen werden, sobald die Flüssigkeit ihre Farbe verloren hat. Der Zusatz von Kochsalz verhindert die Fällung des Kupferchlorürs in der weniger concentrirten Säure.

d. Sie können auch mit kohlensaurem Alkali geglüht werden, aber die Abscheidung der Bestandtheile wird dabei oft verwickelter, weil die Säure nicht richtig dem Alkali mitfolgt, wenn die geglühete Masse mit Wasser ausgezogen wird.

e. Wöhler vermischt die fein pulverisirte Probe mit Kohle von reinem Zucker und glüht das Gemenge in einem Strom von Chlorgas. Dabei bildet sich Chlortitan oder Chlortantal, die sich verflüchtigen und aufgefangen werden; die basischen Metallchlorüre bleiben mit der Kohle zurück und werden daraus ausgezogen.

Titansaure und kieselsaure Verbindungen, z. B. Sphen, werden nach H. Rose am besten durch Schmelzen mit saurem schwefelsauren Kali zersetzt, wobei die Kieselsäure abgeschieden wird und ungelöst bleibt.

6. Wolframsaure und molybdänsaure Salze.

Sie werden am besten durch Glühen mit kohlensaurem Alkali analysirt. Die Basen bleiben zurück, während die Säure von dem Alkali aufgenommen wird.

Die Wolframsäure ist in Wasser nicht so unlöslich, als dass sie ohne Verlust durch eine stärkere Säure ausgefällt werden könnte. Man sättigt daher das Alkali mit Salpetersäure, bis die Wolframsäure anfängt gefällt zu werden, setzt ein wenig kaustisches Ammoniak hinzu, um die gefällte Säure wieder aufzulösen, und fällt dann mit salpetersaurem Quecksilberoxydul. Der erhaltene blassgelbe Niederschlag wird gewaschen, bis zur Verflüchtigung des Quecksilbers geglüht und die Säure gewogen. Wenn, wie es gewöhnlich der Fall ist, die Quecksilberlösung, welche man zu der Fällung anwendet, überschüssige Säure enthält, so setzt man nach beendigter Fällung einige Tropfen kaustisches Ammoniak hinzu, bis sich dadurch ein geringer schwarzer Niederschlag gebildet hat, der sich nicht wieder auflöst. Dann enthält die Flüssigkeit keine Spur von Wolframsäure mehr. Wird dieses versäumt, so kann man auf 100 Theile Wolframsäure ungefähr 2 Theile, die in der sauren Flüssigkeit zurückbleiben, verlieren.

Die Molybdänsäure führt den Uebelstand mit sich, dass sie weder völlig ausgefällt, noch ohne grossen Verlust geglüht werden kann. Es ist daher am besten, Schwefelwasserstoff in die alkalische Flüssigkeit zu leiten, bis das molybdänsaure Salz in ein Sulfomolybdat verwandelt worden ist, worauf das Molybdänsulfid durch Salzsäure ausgefällt, auf ein gewogenes Filtrum genommen, gewaschen, bei + 100° getrocknet und gewogen wird. Ein bestimmtes Gewicht davon wird in eine, an ein Barometerrohr geblasene Kugel gelegt und in einem Strom von Wasserstoffgas erhitzt, worauf das zurückbleibende graue Schwefelmolybdän, MoS^2, gewogen und danach das Gewicht des Molybdäns für das Ganze berechnet wird. Nach diesem bestimmt man nachher das Gewicht der Säure.

7. Chromsaure und vanadinsaure Verbindungen.

Sie werden wie die wolframsauren analysirt. Chromsaures Quecksilberoxydul lässt nach dem Glühen Chromoxyd zurück, nach dem der Gehalt an Säure berechnet wird. Bei der Analyse der natürlichen vanadinsauren Verbindungen darf man nicht vergessen, dass sie von phosphorsauren Salzen und Chlorüren derselben Basen begleitet werden, die also bei der Analyse aufgesucht werden müssen.

8. Verbindungen von Chromoxyd oder Thonerde

mit Talkerde, Zinkoxyd und Eisenoxydul, die zu denen gehören, die durch Glühen mit Alkali am schwierigsten zersetzbar sind, werden nach H. Rose sehr leicht durch Schmelzen mit saurem schwefelsauren Kali zersetzt, worauf man sie in Wasser auflöst und nach den gewöhnlichen Regeln behandelt. Diese sehr harten Mineralien brauchen nicht fein gerieben zu werden, man zerstösst sie in einem Mörser von Eisen oder Stahl und zieht das Eisen mit ein wenig Salzsäure wieder aus. Man findet dann bei der Analyse keine Kieselsäure darin, die man bisher immer darin gefunden hat, wenn das Mineral in einem Chalcedon- oder Kiesel-Mörser fein gerieben werden musste, die dabei abgenutzt wurden.

9. Einige Oxyde.

A. Braunstein. Die Bereitung von Chlor, zu welcher der Braunstein angewendet wird, veranlasst häufig, die Braunsteinsorten auf ihren Gehalt an Superoxyd zu probiren, welches sehr oft nicht ihren einzigen Bestandtheil ausmacht, sondern welches sie mit Manganoxydhydrat, Eisenoxydhydrat und zuweilen auch mit noch anderen Verbindungen gemengt enthalten. Der Chlorfabrikant muss nicht nur wissen, wie viel Chlor sein Braunstein geben kann, sondern auch, wie viel Säure er dazu nöthig hat, denn das Mangansuperoxyd verbraucht dabei 2 Aequivalente Salzsäure, um 1 Aequivalent Chlor hervorzubringen, während das Manganoxydhydrat 3 Aequivalente Säure nöthig hat, um dieselbe Menge von Chlor

zu entwickeln, und die Säure, welche das Eisenoxydhydrat aufnimmt, ist ganz verloren. Hierdurch nimmt der commercielle Werth des Braunsteins in einem bedeutend grösseren Verhältniss ab, als seinem Sauerstoffgehalt proportional ist. Das Eisenoxydhydrat und Manganoxydhydrat werden von der Säure vorzugsweise angegriffen, und wendet der Fabrikant die Säure immer in demselben Verhältniss an, so ist es bei schlechteren Braunsteinsorten immer der Fall, dass, wenn die Masse kein Chlor mehr gibt, das Superoxyd grösstentheils ungelöst auf dem Boden liegt und mit der Masse weggeworfen wird. Es muss ausgewaschen und wiederum angewendet werden.

Kaum gibt es einen Körper, für dessen Prüfung man so vielerlei analytische Methoden vorgeschlagen findet, wie für diesen. Sie reduciren sich jedoch alle auf zwei Arten von Proben, entweder auf die Bestimmung, wie viel Sauerstoff er liefert, oder wie viel Chlor man daraus durch Salzsäure erhalten kann.

1. Um zu finden, wie viel Sauerstoffgas eine Braunsteinsorte geben kann, wird sie in einem ähnlichen kleinen Apparate geglüht, wie ich bei der Bestimmung der Kohlensäure auf trocknem Wege, S. 83, beschrieben habe. Der Braunstein wird als grobes Pulver angewendet, das im Wasserbade getrocknet worden ist, bevor es in die Kugel eingewogen wird. Nachdem er dann bis zur völligen Austreibung des Wassers geglüht worden ist, wird die Kugel abgeschnitten und der Braunstein von Neuem in einem gewogenen Platintiegel stärker geglüht. Um die Probe ohne Verlust aus der Kugel in den Tiegel zu bringen, darf er kein feines Pulver sein, welches leicht an dem Glase sich befestigt. Was der Braunstein nun verloren hat, ist Wasser und Sauerstoffgas. Die Quantität des Wassers erfährt man aus der Gewichtszunahme, welche der Apparat für dessen Auffangung erlitten hat; dieses abgezogen von dem Totalverlust, gibt den Sauerstoffgehalt.

Der Wassergehalt weist die Quantität des Manganoxydhydrats aus. 3 Atome von diesem Hydrat, die beim Glühen zu Oxyd-Oxydul reducirt werden, geben 1 Atom Sauerstoffgas. Was man an Sauerstoff mehr erhalten hat, rührt von Superoxyd her. Wenn dieses nicht zu der Rechnung

passt und einen gar zu geringen Gehalt von Superoxyd ausweist, so hat der Braunstein zugleich Eisenoxydhydrat enthalten. Die geglühete Probe wird hernach in Salzsäure aufgelöst, die Lösung von der ungelösten Gangart abfiltrirt, diese abgewaschen, getrocknet, geglüht und dem Gewichte nach bestimmt. Die Lösung wird so genau wie möglich neutralisirt, ohne dass etwas Eisenoxyd niederfällt, mit einer Lösung von schwefelsaurem Natron vermischt und eine Stunde lang gekocht, wobei basisches schwefelsaures Eisenoxyd niederfällt und die Flüssigkeit farblos wird. Der Niederschlag wird auf ein Filtrum genommen, anfangs mit Wasser gewaschen, dann mit kaustischem Ammoniak angerührt und abermals gewaschen, um die Schwefelsäure aus dem basischen Eisensalze wegzunehmen. Dann wird das Eisenoxyd geglüht und gewogen. Bei dieser Probe kann man das Eisenoxyd auch direct aus der Lösung in Salzsäure, nachdem sie mit Ammoniak gesättigt worden ist, durch Digestion mit Quecksilberoxyd oder mit kohlensaurem Quecksilberoxyd ausfällen. Der Niederschlag wird gewaschen und zur Verflüchtigung des überschüssigen Quecksilberoxyds geglüht. Dies kostet ein wenig mehr, aber es geht viel rascher und der Niederschlag ist so leicht ausgewaschen.

Einige Braunsteinsorten enthalten kohlensaure Erden, die Probe muss daher immer mit Salpetersäure auf einem Gehalt an Kohlensäure untersucht werden.

2. Die Prüfung auf die Quantität von Chlor, welche durch Salzsäure aus einer Braunsteinsorte entwickelt werden kann, geschieht am Besten auf die Weise, dass man eine abgewogene Probe in einer Retorte in Salzsäure auflöst und das dabei sich entwickelnde Gas in Wasser leitet, welches mit einer bestimmten Gewichtsmenge von fein geriebenem Quecksilberchlorür in grösserer Menge, als durch das Chlor in Sublimat verwandelt werden kann, vermischt worden ist. Das Chlor wird davon sogleich absorbirt und das dabei gebildete Chlorid von dem Wasser aufgelöst. Wenn sich beim Kochen kein Chlor mehr entwickelt, so wird das übrig gebliebene Chlorür auf ein gewogenes Filtrum genommen, gewaschen, getrocknet und gewogen. Der Verlust weist aus, wie viel Chlorid sich gebildet hat, dessen halber Chlorgehalt von dem Braunstein herrührt.

B. Eisenerze. Diese können von fünf verschiedenen Arten sein.

α. Magneteisen. Es wird zu feinem Pulver gerieben, je feiner, um so besser. Ein bestimmtes Gewicht davon wird mit Wasser angerührt, das Eisenerzpulver mit einem Magnet ausgezogen, in dem darüber stehenden Wasser umhergeschwenkt, dann in einem anderen Gefäss unter Wasser abgestrichen, und damit so lange fortgefahren, als mit dem Magnet noch etwas ausgezogen werden kann. Der Rückstand wird noch einmal zerrieben, worauf man versucht, ob mit dem Magnet noch etwas ausgezogen werden kann. Das gesammelte Eisenerzpulver wird ebenfalls zerrieben und auf gleiche Weise ausgezogen, wobei gewöhnlich noch ein wenig Pulver von der Gangart zurückbleibt. Auf diese Weise theilt man das Pulver der Stufe mechanisch in Eisenerz und in Gebirgsart, die dann beide für sich genauer untersucht werden können. Der Gehalt des Magneteisens an Eisen ist immer derselbe, nämlich 71,78 p. C. Die Gang- oder Gebirgsart kann auf gewöhnliche Weise analysirt werden.

β. Rotheisensteine. Sie werden zuerst mit verdünnter Salpetersäure untersucht, ob sie darin lösliche kohlensaure Salze enthalten, welche dann ausgezogen und ihrem Gewichte nach bestimmt werden.

Das Erz wird zu feinem Pulver gerieben, gelinde geglüht und darauf ein bestimmtes Gewicht davon in einem Strom von Wasserstoffgas bis zum Glühen erhitzt, so lange sich dabei noch Wasser bildet. Man lässt die Probe in dem Wasserstoffgase erkalten und wiegt sie dann; der Verlust ist der Sauerstoff des Eisenerzes. Der Rückstand wird mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, welche das metallische Eisen unter Entwickelung von Wasserstoffgas auflöst und die Gebirgsart ungelöst zurücklässt, die dann analysirt wird. Sie enthält oft ein wenig Titansäure, welche von zersetztem Titaneisen herrührt. Das aufgelöste Eisen wird höher oxyidrt, mit Ammoniak ausgefällt, gewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen. Es muss im Gewicht mit dem aus dem Sauerstoff-Verluste berechneten Eisengehalt übereinstimmen.

γ. Eisenoxydhydrat. Die Probe wird pulverisirt, im Exsiccator getrocknet, dann gewogen und schwach geglüht,

um den Gehalt an Wasser zu bekommen. Die geglühete Probe wird mit einem gleichen Gewicht kohlensauren Natrons vermischt und damit geglüht. Das Natron wird darauf mit Wasser ausgezogen und auf Schwefelsäure, Phosphorsäure, Arseniksäure, und selbst auf einen Gehalt an Chlor und Fluor untersucht. Das ungelöste Oxyd wird in Salzsäure aufgelöst, die Lösung filtrirt, mit kaustischem Ammoniak gesättigt, so dass sie dunkelroth wird, und nun das Eisenoxyd daraus durch Digestion mit reinem Quecksilberoxyd abgeschieden, gewaschen, geglüht und gewogen. Aus der Lösung wird das Quecksilber durch Schwefelwasserstoff abgeschieden und die Flüssigkeit dann auf andere Basen untersucht *).

δ. *Sumpferze oder Raseneisensteine.* Diese sind Gemenge von Eisenoxydhydrat mit basischen Eisenoxydsalzen von Schwefelsäure, Phosphorsäure, Quellsäure, Quellsatzsäure und Huminsäure. Die Probe wird im Exsiccator getrocknet, gewogen und in einem offenen Porcellantiegel geglüht, anfänglich bei einer sehr gelinden Hitze, um die organischen Säuren daraus wegzubrennen, und darauf in stärkerer, um das Eisenoxyd völlig zu oxydiren. Dann wird ein bestimmtes Gewicht davon mit kohlensaurem Natron geglüht und hierauf ganz so wie in γ. weiter behandelt.

Um die organischen Säuren zu finden und zu erkennen, hat man zwei Wege: 1. das Eisenerz wird zu einem feinen Pulver gerieben und mit reinem kaustischen Kali gekocht, bis es sein Ansehen vollkommen verändert und sich in eine flockige Masse verwandelt hat; die Lösung wird abfiltrirt und die in der alkalischen Flüssigkeit enthaltenen Säuren nach den Vorschriften untersucht, die ich bei Abhandlung der Quellsäure und Huminsäure im VIII. Theile gegeben habe. 2. Das fein pulverisirte Erz wird mit Wasser vermischt und in das Gemisch Schwefelwasserstoffgas bis zur völligen Sättigung geleitet, das Gefäss dann verschlossen und 24 Stunden stehen gelassen. Dabei werden die Eisenoxydulsalze mit den organischen Säuren in der Flüssigkeit aufgelöst

*) Auch ist hier zu beachten, dass viele, selbst faserige Brauneisensteine kieselsaures Eisenoxyd innig beigemischt enthalten. W.

und der Rest vom Eisen in Schwefeleisen verwandelt. Die Lösung wird abfiltrirt, der Schwefelwasserstoff abdunsten gelassen und das Eisenoxydul im Kochen mit kohlensaurem Natron gefällt, worauf die Säuren in der ausgefällten Flüssigkeit aufgesucht werden.

ε. *Thoneisensteine* werden auf den Gehalt an kohlensauren Verbindungen und auf den Wassergehalt untersucht. Dann werden sie durch Wasserstoffgas reducirt und das Eisen mit verdünnter Schwefelsäure ausgezogen, aus der es dann gefällt wird. Der ungelöste Thon wird wie ein Silicat analysirt.

ζ. *Spatheisenstein* wird wie ein kohlensaures Salz analysirt. Die Lösung wird oxydirt und dann daraus das Eisenoxyd durch kaustisches Ammoniak gefällt.

10. Verbindungen zwischen Schwefelbasen.

Als Beispiel, nehmen wir an, sei eine Verbindung von Kupfer, Eisen und Zink, alle drei mit Schwefel verbunden, zu untersuchen. *a)* Die Probe wird pulverisirt und in einem gläsernen Kolben mit Königswasser übergossen. Die Metalle lösen sich bald unter Zurücklassung des Schwefels auf; man setzt jedoch die Digestion fort, bis der Schwefel in runden Tropfen zurückbleibt, worauf man, um die Arbeit zu beschleunigen, diese abfiltriren und sie wohl waschen kann, indem man zusieht, dass sie nichts von der Auflösung in sich enthalten. Sie werden bei gelinder Wärme getrocknet und gewogen. Die Lösung wird mit der gehörigen Vorsicht, dass nichts durch Spritzen und Brausen verloren gehe, in eine Lösung von schwefelsäurefreiem kohlensauren Natron getropft, die mehr Natron enthält, als zur Ausfällung der aufgelösten Oxyde erforderlich ist. Die Flüssigkeit wird im Wasserbade bis zur Trockne verdunstet, und das trockne Salz eine Weile auf der Sandcapelle erhitzt. Durch dieses Verfahren wird zweierlei erreicht: 1) dass die gebildete Schwefelsäure (vielleicht auch Arseniksäure) in dem Alkali zurückbleibt, und 2) dass die abgeschiedenen Oxyde sich in einem gesammelten und wenig voluminösen Zustande befinden, in welchem sie sich mit der grössten Leichtigkeit auswaschen lassen. Die alkalische Flüssigkeit, welche durch Auflösung der

der trocknen Masse in Wasser erhalten wird, übersättigt man ein wenig mit Salzsäure und fällt die Schwefelsäure mit Chlorbarium. Aus der erhaltenen Quantität von schwefelsaurer Baryterde wird der Schwefelgehalt berechnet. Die filtrirte saure, chlorbariumhaltige Flüssigkeit wird in eine Flasche gegossen, darin mit kaustischem und kohlensäurefreiem Ammoniak vermischt und verschlossen. Wenn, wie es oft der Fall ist, die Probe ein wenig Arsenik enthalten hat, so fällt nun arseniksaure Baryterde nieder.

Die Oxyde werden in Salzsäure aufgelöst. Das Kupfer wird durch einen Strom von Schwefelwasserstoffgas, welches in die stark saure Flüssigkeit geleitet wird, abgeschieden. Der Niederschlag ist das Bisulfuretum des Kupfers. Er wird in Salpetersäure aufgelöst, vom Schwefel abfiltrit, und mit überschüssig zugesetztem kaustischen Kali niedergeschlagen. Der Niederschlag wird mit kochendem Wasser ausgewaschen, getrocknet und (ohne Filtrum) geglüht. Der Kupfergehalt wird vom Oxyd berechnet.

b) Die mit Schwefelwasserstoffgas niedergeschlagene Flüssigkeit wird mit Salpetersäure vermischt und zum Kochen erhitzt; oder noch besser, man leitet in die Flüssigkeit Chlorgas, welches vorher zur Befreiung von etwa mitgerissenem Mangansuperchlorid durch Wasser geleitet ist, und wenn die Flüssigkeit nach freiem Chlorgas riecht, wird sie erhitzt, bis das überschüssige Chlor daraus wieder entfernt ist. Hat sich dabei Schwefel abgesetzt, so muss dieser abfiltrirt und abgewaschen werden. Die klare Flüssigkeit wird mit Ammoniak gesättigt, so dass sich ein Theil des Eisenoxyds ausscheidet, worauf der ganze Eisengehalt mit bernsteinsaurem Natron, und endlich, nachdem dieser abfiltrirt ist, der Zinkgehalt mit kohlensaurem Kali niedergeschlagen wird, womit man die Flüssigkeit zur Trockne abdampft. — Nach Verjagung des ganzen Gehalts von Ammoniak, muss die trockene Masse alkalisch sein, wenn der ganze Zinkgehalt ausgefällt sein soll. Die Salzmasse wird dann gelinde geglüht. Das Zinkoxyd bleibt nun unaufgelöst zurück, wenn man Wasser zusetzt. Es wird gewaschen, getrocknet und geglüht, und der Zinkgehalt aus dem Gewichte des Oxyds berechnet.

Die drei Metalloxyde kann man auch in einer anderen

Ordnung abscheiden, indem man nämlich aus ihrer Lösung in Salzsäure zuerst das Eisenoxyd mit bernsteinsaurem Natron abscheidet, die Flüssigkeit darauf sauer macht und das Kupferoxyd dann mit Schwefelwasserstoff fällt, und, wenn der Ueberschuss von Schwefelwasserstoff wieder weggedunstet worden ist, das Zinkoxyd ausfällt. Hierdurch wird die höhere Oxydirung des Eisens durch Chlor oder durch Salpetersäure umgangen.

Es würde ohne Zweifel eine grosse Bequemlichkeit sein, wenn diese Analysen auch auf trocknem Wege geschehen könnten; aber dies lässt sich nicht mit Sicherheit durchführen. Ich habe versucht, z. B. 1 Th. Schwefelkies als fein geschlämmtes Pulver (äusserste Feinheit ist erforderlich, wenn völlige Oxydirung statt finden soll) mit 4½ bis 6 Th. chlorsaurem Kali und 3 Th. kohlensaurem Natron zu oxydiren. Als dieses Gemisch in einen Platintiegel gebracht und darin allmälig erhitzt wurde, entwickelte sich Schwefel in Dampfform viel früher, als die Verbrennungs-Erscheinung eintrat. Wird die Masse in kleinen Portionen nach einander in einen vorher erhitzten Tiegel gebracht, so verbrennt sie zwar, aber man bekommt immer ein wenig Platin in die geglühete Masse. Geschieht der Versuch in einem Porcellantiegel, so bekommt man Kieselsäure und Thonerde. Vielleicht wäre es möglich, den Platintiegel vorher inwendig mit einer dünnen Schicht von geschmolzenem Kochsalz zu überziehen, was ich indessen nicht versucht habe.

Diese Methode ist insbesondere da anzuwenden, wo man Selen oder Tellur in dem Schwefelmetall vermuthet, die dabei in völlig oxydirte Säuren verwandelt werden, ein Umstand, der auf nassem Wege nicht statt findet. Man zieht die geglühete Masse mit Wasser aus, übersättigt die Lösung mit Salzsäure, fällt mit Chlorbarium, wobei schwefelsaure und selensaure Baryterde niederfallen, die gewaschen, geglüht und gewogen werden. Dann wird eine bestimmte Gewichtsmenge davon über der Lampe in einem Strom von Wasserstoffgas geglüht, welches die selensaure Baryterde zersetzt in Selenbarium, und die schwefelsaure Baryterde unverändert lässt. Die so behandelte Masse wird mit Salzsäure übergossen, die das Barium aus dem Selenbarium auszieht, welches dann mit Schwefelsäure ausgefällt, geglüht, gewogen

und auf selensaure Baryterde berechnet wird. Die Tellursäure wird nicht durch Chlorbarium gefällt; wird aber dann Ammoniak zugesetzt, so fällt tellursaure Baryterde nieder, die jedoch auch arseniksaure Baryterde enthalten kann. Der Niederschlag wird gewaschen, geglüht, gewogen, in Salzsäure wieder aufgelöst und aus der Lösung die Baryterde durch Schwefelsäure gefällt. Das Gewicht der schwefelsauren Baryterde gibt dann das der Baryterde. Die Lösung in Salzsäure wird mit schwefliger Säure versetzt und gekocht, wobei metallisches Tellur niederfällt, welches gewaschen, bei + 100° getrocknet und gewogen wird. Ist Arsenik vorhanden, so wird es nun aus der sauren Lösung mit Schwefelwasserstoff gefällt und als AS^3 gewogen.

Anmerkung. Klaproth schlug das Kupfer immer durch Eisen nieder, nnd wog es, getrocknet und gewaschen, in metallischer Form. Aber dies gibt nur eine Annäherung, denn das Kupfer oxydirt sich während des Trocknens, und Theile von dem niederschlagenden Eisen mischen sich öfters als ein schwarzer Rus ein, so dass das Gewicht nie genau werden kann. Ich habe diese Methode sehr anwendbar gefunden, wenn man auf folgende Art verfährt: Die Kupferauflösung wird mit Schwefelsäure versetzt, und wenn sie Salpetersäure enthielt, wird sie zum völligen Verjagen dieser Säure abgedampft, worauf man sie mit Wasser verdünnt und zum Kochen erhitzt. Sobald die Flüssigkeit kocht, stellt man eine blankgefeilte Eisenscheibe, oder am besten einen mit verdünnter Schwefelsäure gereinigten, etwas breiten Streifen von Eisenblech ein, und setzt die Digestion fort, bis das Kupfer ausgefällt ist. Das Kupfer wird vom Eisen abgenommen, darauf mit Wasser ausgekocht, getrocknet und in einen passenden Glasapparat gelegt, erst in einem Strom von atmosphärischer Luft, um die vom Eisen abgesetzte Kohle zu verbrennen, und dann zur Reduction des entstandenen Kupferoxyds in Wasserstoffgas geglüht, nachher in diesem der Abkühlung überlassen und dann gewogen. Wäscht man das Kupfer auf dem Filtrum, und verbrennt letzteres nachher mit dem, was sich nicht abnehmen lässt, so erhält man ein wenig von einem Kupfersilicat, welches vom Wasserstoffgas nicht vollständig reducirt wird, und welches man, mit Abzug der Asche des Papiers, am besten

als Kupferoxyd in Berechnung aufnimmt. — Man kann das Gewicht des Kupfers aus dem Gewicht des mit Schwefelwasserstoffgas erhaltenen Niederschlages nicht beurtheilen, weil sich das Schwefelkupfer während des Trocknens zum Theil oxydirt und sauer wird; aber wenn man eine bestimmte Menge davon in eine kleine, vor der Lampe ausgeblasene Retorte legt, die man damit anfüllt, und die Masse so lange erhitzt, bis der überschüssige Schwefel mit der Feuchtigkeit und der Schwefelsäure entwichen ist, und nur die niedrigste Schwefelungsstufe des Kupfers zurückbleibt, so kann man vom Gewicht dieser Masse das des Kupfers berechnen.

11. Schwefelsalze.

Stellen wir uns vor, es sei ein Gemische von Sulfarseniten und Hyposulfantimoniten von mehreren Metallen, z. B. Eisen, Kobalt, Nickel, Zink, Blei und Silber, zu analysiren. Hier lässt sich nicht die Auflösung in Königswasser anwenden, weil sich das Silber- und Blei-Chlorür mit der sich abscheidenden antimonigen Säure und Schwefel vermischen, und dann nicht so scharf, wie durch folgende Methode, zu trennen sind. Man erhitzt nämlich die Probe in einem Strom von Chlorgas, und fängt die flüchtigen Chloride von Schwefel, Antimon und Arsenik in Wasser auf.

Dies zu bewerkstelligen, macht man sich einen kleinen Apparat aus einer 12 bis 14 Zoll langen, und $^1/_4$ bis $^3/_8$ Zoll weiten Glasröhre. Man bläst einige Zoll weit von dem einen Ende eine Kugel, und ungefähr $^1/_2$ Zoll weiter eine zweite, etwas längliche. Das Stück Röhre zwischen beiden Kugeln wird hierauf gebogen, so dass, bei horizontaler Stellung der ersteren, die zweite etwas abwärts geneigt ist. Das Röhrenstück zwischen beiden Kugeln wird dann so gebogen, dass der Apparat die Gestalt von Fig. 9 Taf. I. bekommt. — Bei Anwendung desselben wird die feingepulverte Probe in die Kugel A. gelegt, und durch C. Chlorgas eingeleitet, welches durch eine mit geschmolzenem Chlorcalcium gefüllte Röhre gegangen ist; das andere Ende D. wird bis auf den Boden in eine geräumige, zu $^1/_4$ mit einer etwas verdünnten reinen kaustischen Kalilauge gefüllte Flasche geleitet, welche zur Aufnahme des Chlor-

gases und der ihm mitfolgenden elektronegativen Chloride dient. Sobald durch das Chlorgas alle Luft ausgetrieben ist, wird unter die Kugel A. eine einfache Spirituslampe mit ganz kleiner Flamme gesetzt. Das in die Flasche gelangende und durch die Kalilauge aufsteigende Gas raucht etwas, weil ihm nur unvollständig vom Wasser der Chlorschwefel entzogen wird. Aus diesem Grunde muss der Raum in der Flasche über dem Wasser gross sein; auch kann es von Nutzen sein, die Röhre B. D. durch einen Kork in den Hals der Flasche gehen zu lassen, und in ein zweites Loch im Kork eine zweite lange und gerade Röhre einzupassen, die man inwendig befeuchtet (in die man z. B. eine Zeit lang geblasen hat), und durch die nun der Ueberschuss von Chlorgas, den das Wasser der Flasche nicht absorbirt, abgeleitet wird; in dieser Röhre werden alsdann die rauchigen Theile, die sonst mit dem Gase weggehen könnten, zurückgehalten. Man lässt das Chlorgas so lange in die Lauge strömen, bis sie damit möglichst gesättigt ist. Hierdurch werden sämmtliche hineingeleitete elektronegative Chloride völlig in Säuren verwandelt. Ist dabei Antimon vorhanden, so fällt dieses in Gestalt von zweifach-antimonsaurem Kali nieder.

Enthält die Probe in Verbindung mit Schwefel und anderen Metallen nur Arsenik und kein Antimon, so geht die Zersetzung schwieriger vor sich und erfordert eine mehrstündig fortdauernde Operation; ist aber, wie wir hier voraussetzen, zugleich Antimon dabei, so geht die Zersetzung viel rascher. Auf jeden Fall, wo man sie auch unterbrechen mag, findet man, dass sie niemals nur partiell geschieht, sondern dass der Theil des Pulvers, welcher sich nicht mit Chlor verbunden hat, unverändert ist, und ausgewaschen und dem Gewicht nach abgezogen werden kann.

Bei dieser Operation verwandelt sich ein Theil des Eisens in Chlorid, welches flüchtig ist, und sich in der kleinen Röhre zwischen A. und B. sublimirt, von wo aus man es allmälig, und je langsamer um so besser, in die zu seiner Aufnahme bestimmte Kugel B. treibt. Wenn die Operation beendigt ist, was man daran erkennt, dass das in A. eingelegte Pulver allmälig seine Farbe ändert, und dass der letzte zurückbleibende, dunkelgraue Punct auf dem

Boden von A. endlich verschwunden ist, erhitzt man die Kugel B. so gelinde, dass die elektronegativen Chloride daraus abdunsten, das Eisenchlorid aber trocken zurückbleibt, worauf man auch einen Theil der abwärts steigenden Röhre erhitzt, um alle flüchtigen Chloride daraus abzudampfen. Die Röhre wird hierauf mit einer Feile abgeschnitten, und das abgeschnittene Stück in die Flasche gebracht, die man wohl verschliesst und 24 Stunden lang an einer warmen Stelle stehen lässt.

Man hat nun den Rückstand in den Kugeln und den Inhalt der Flasche zu untersuchen.

1. Inhalt der Kugeln. Er besteht aus Chlorüren der basischen Metalle. Durch hineingebrachtes Wasser löst man die Salze auf, so dass die ganze Masse in ein Glas ausgegossen werden kann. Bleibt etwas ungelöst, so ist dieses Chlorblei oder Chlorsilber und zuweilen auch Gangart. Das Chlorblei wird mit Wasser ausgekocht, bis eine Probe davon beim Verdunsten keinen Rückstand mehr lässt. Das Chlorsilber filtrirt man ab, wäscht es, trocknet es scharf, und wiegt es, worauf man es in kaustischem Ammoniak auflöst, um zu sehen, ob vielleicht ein Rückstand von noch unzersetzter Probe oder Gangart darin enthalten sei, den man dann wiegt und abzieht.

Die erhaltene Lösung versetzt man mit Schwefelsäure im Ueberschuss, und dunstet zur Verjagung der Salzsäure ab. Bei Auflösung der zurückgebliebenen schwefelsauren Salze in Wasser bleibt schwefelsaures Bleioxyd zurück, aus dessen Gewicht man das des Blei's berechnet. Schwefelsaures Bleioxyd wird stets auf ein gewogenes Filtrum genommen, bei + 100° getrocknet und gewogen. Dann wird eine gewogene Quantität davon, die keine Papierfasern eingemengt enthält, bis zum Glühen erhitzt, um zu bestimmen, ob noch Wasser darin zurückgeblieben ist, was dann nach der kleineren Probe von dem Ganzen abgerechnet wird. Man kann nicht ein Filtrum mit darauf sitzendem schwefelsauren Bleioxyd verbrennen, weil dieses dabei leicht in Schwefelblei verwandelt wird. Die saure Flüssigkeit wird mit Ammoniak neutralisirt, und das Eisen, nach den gegebenen Vorschriften, durch bernsteinsaures Alkali niedergeschlagen. — Aus der übrigbleibenden, mit Schwefelsäure

versetzten Lösung wird das Kupfer durch Schwefelwasserstoffgas niedergeschlagen, und der Niederschlag auf die früher angegebene Art behandelt. Nachdem aus der Lösung aller Schwefelwasserstoff ausgetrieben ist, wird dieselbe mit kohlensaurem Kali übersättigt, das Gemische zur Trockne verdunstet, und die Salzmasse, die nun kohlensaures Kali im Ueberschuss enthalten muss, gelinde geglüht; das Salz wird mit Wasser ausgezogen, wobei die Oxyde zurückbleiben, welche man in Chlorwasserstoffsäure auflöst.

Die Scheidung des Zinkoxyds von Nickeloxyd und Kobaltoxyd gehört zu den schwierigsten Aufgaben in der analytischen Mineralchemie. Alle bis jetzt dazu angegebenen Methoden sind unanwendbar. Ich will daher auf das verweisen, was ich im Folgenden in Betreff der Scheidungsmethoden derjenigen Metalloxyde, Erden u. s. w. angeführt habe, die dazu eigne Wege erfordern.

Ist die Abscheidung des Zinkoxyds geglückt, so werden die Oxyde von Kobalt und Nickel auf die Weise geschieden, dass man ihre neutralen Salze von Salzsäure oder Schwefelsäure bis zur Wiederauflösung der gefällten Oxyde mit kaustischem Ammoniak versetzt, darauf das Nickeloxyd aus der Flüssigkeit durch kieselsäurefreies Kalihydrat ausfällt, und aus der filtrirten rothen Flüssigkeit das Kobaltoxyd durch Verdunstung des Ammoniaks niederschlägt. Die ausgewaschenen Oxyde werden stark geglüht und gewogen. Man hat angegeben, dass diese Oxyde schwierig immer auf demselben Oxydationsgrade erhalten werden könnten, und hat vorgeschrieben, dass eine gewogene Quantität von den erhaltenen Oxyden durch Wasserstoffgas reducirt werden müsse. Das Verhalten hierbei ist, dass, wenn die Oxyde rein sind, sie sich durch Glühen in $\dot{N}i$ und $\dot{C}o$ verwandeln, dass man aber, wenn sie mit einander vermischt sind, eine Verbindung von dem Oxyd des einen mit dem Sesquioxyd des anderen erhält, ist jedes von ihnen gut abgeschieden, aber verunreinigt durch Zinkoxyd oder Talkerde, so bekommt man dieses Oxyd oder diese Erde verbunden Atom für Atom mit dem Sesquioxyd von Nickel oder von Kobalt, und das Oxyd löst sich dann mit Chlorentwickelung in Salzsäure auf. Durch Reduction mit Wasserstoffgas bekommt man dann in keiner Hinsicht richtigere Resultate.

2. *Der Inhalt der Flasche* besteht aus Chlorkalium, chlorigsaurem, schwefelsaurem, arseniksaurem, antimonsaurem, vielleicht auch selensaurem und tellursaurem Kali. Er wird mit Salzsäure versetzt, so lange noch ein Niederschlag von zweifach-antimonsaurem Kali entsteht, den man abfiltrirt. Dann wird die Flüssigkeit verdunstet, bis sie nicht mehr nach Chlor oder chloriger Säure riecht; scheidet sich dabei noch etwas Antimonsäure ab, so wird diese dem vorhin erhaltenen Niederschlag zugefügt. Die saure Flüssigkeit kann nun ein wenig Eisenchlorid enthalten, welches den flüchtigen Chloriden gefolgt ist. Sie wird daher schwach mit kaustischem Ammoniak übersättigt. Wird dabei ein Niederschlag von Eisenoxyd erhalten, so enthält dieses Arseniksäure, welche auf die Weise ausgezogen wird, dass man den ausgewaschenen Niederschlag vom Filtrum mit Salzsäure auflöst, die Lösung mit kohlensaurem Natron im Ueberschuss vermischt, zur Trockne verdunstet, glüht und den Rückstand mit Wasser auslaugt, wobei das Eisenoxyd zurückbleibt. Die alkalische Flüssigkeit wird zu der gegossen, woraus das Eisenoxyd gefällt worden ist. Nachdem man diese dann mit Salzsäure übersättigt hat, wird die Schwefelsäure daraus mit Chlorbarium gefällt und im Uebrigen so verfahren wie im Beispiel von den Verbindungen der Schwefelbasen angeführt worden ist.

Das erhaltene zweifach-antimonsaure Kali wird vom Filtrum abgespült, dann mit einer Salpetersäure von 1,22 specif. Gewicht gekocht, um das Kali daraus abzuscheiden, die Antimonsäure auf ein gewogenes Filtrum genommen, gewaschen, bei + 100° getrocknet und gewogen. Dann wird davon ein so grosser Theil von dem Filtrum genommen, als es ohne Einmischung von Papierfasern geschehen kann, gewogen, geglüht und darauf der Antimongehalt nach der nun zurückbleibenden antimonigen Säure berechnet. Die Salpetersäure, womit das Kali ausgezogen worden ist, enthält ein wenig Antimonsäure aufgelöst; sie wird daher mit kaustischem Ammoniak übersättigt, darauf in die Flüssigkeit bis zur Sättigung des Ammoniaks Schwefelwasserstoffgas eingeleitet und im Wasserbade verdunstet. Dabei verflüchtigt sich Schwefelammonium, während Schwefelantimon niederfällt, welches abgeschieden und im Wasserstoffgas zu

metallischem Antimon reducirt wird. Ist die Quantität sehr gering, so ist es besser, sie mit ein wenig reinem Quecksilberoxyd zu vermischen und damit in einem Porcellantiegel zu glühen, bis nur noch antimonige Säure übrig ist. Man hat noch eine sehr anwendbare Methode für die Bestimmung des Antimongehalts. Das zweifach-antimonsaure Kali wird durch Kochen in einer sehr verdünnten Lauge von kaustischem Kali aufgelöst (das, was sich dabei nicht auflöst, wird abgeschieden und untersucht), die Lösung mit Salpetersäure gesättigt, bis sich ein Niederschlag zu zeigen anfängt, und nun salpetersaures Quecksilberoxydul hinzugemischt, so lange noch ein Niederschlag dadurch entsteht. Zuletzt werden einige Tropfen kaustischen Ammoniaks zugesetzt, bis sich ein schwarzer Niederschlag zu bilden anfängt. Das Gefällte wird gewaschen und geglüht, wobei antimonige Säure zurückbleibt, nach welcher das Antimon berechnet wird.

H. Rose gibt eine etwas andere Vorschrift für die Analyse der elektronegativen Chloride. Zum Wasser in der Flasche mischt er vor Anfang der Operation Weinsäure und etwas Chorwasserstoffsäure, um die antimonige Säure aufgelöst zu behalten. Die erhaltene saure Flüssigkeit wird hernach von dem Schwefel abfiltrirt, und dessen Gewicht bestimmt. Die Schwefelsäure wird durch Chlorbarium gefällt, und aus der filtrirten Lösung das überschüssig zugesetzte Bariumsalz durch Schwefelsäure niedergeschlagen. Antimon und Arsenik werden durch Schwefelwasserstoff gefällt, und dessen Ueberschuss vor Abfiltrirung der Schwefelmetalle aus der Flüssigkeit abgedunstet. Diese werden stark getrocknet und gewogen. Da das Antimon früher als das Arsenik fällt, so ist es nothwendig, nach beendigter Fällung den Niederschlag vor dem Abfiltriren recht wohl in der Flüssigkeit umzumischen. Von der trockenen Masse wiegt man z. B. die Hälfte ab, um sie, zur Ausmittelung der Menge von darin enthaltenem Schwefel, durch Königswasser zu oxydiren. Die andere Hälfte wird in Wasserstoffgas reducirt, wobei Schwefel und Schwefelarsenik weggehen und metallisches Antimon zurückbleibt. Wenn die Quantitäten von Schwefel und Antimon bekannt sind, findet man die des Arseniks durch Subtraction vom gemeinschaftlichen Gewicht der gemengten Schwefelmetalle.

Die mit Schwefelwasserstoffgas gefällte Flüssigkeit gibt mit Hydrothionalkali etwas Schwefeleisen.

Es gibt noch eine Methode zur Analyse dieser Verbindungen, die in Betracht gezogen zu werden verdient. Sie besteht darin, dass man die Probe in fein pulverisirtem Zustande in einem Glaskolben oder Platintiegel mit Kali- oder Natron-Schwefelleber, KS^5 oder NaS^5, bei der Temperatur behandelt, welche gerade hinreicht, um die Schwefelleber geschmolzen zu erhalten. Die Schwefelleber greift dann nicht das Glas oder Porcellan an, und nimmt die elektronegativen Schwefelmetalle auf, mit Zurücklassung der basischen, die darauf in dem Wasser ungelöst bleiben, womit man die Masse behandelt. Diese Methode ist noch nicht im Einzelnen untersucht worden, was sie aber gewiss verdiente. Die pulverisirte Probe wird mit der dreifachen Gewichtsmenge frisch geglüheten kohlensauren Natrons oder Kali's und der $1^1/_2$fachen Gewichtsmenge Schwefels vermischt, das Gemenge in einem Glaskolben auf der Sandcapelle erhitzt, auf dieser die Masse so lange geschmolzen erhalten, bis kein Aufblähen mehr statt findet, und dann in derselben Temperatur ungefähr eine Stunde lang erhalten. Nach dem Erkalten wird die alkalische Masse in Wasser aufgelöst, die basischen Schwefelmetalle ausgewaschen und nach den angegebenen Regeln mit Königswasser behandelt.

Die elektronegativen Schwefelmetalle werden aus der alkalischen Flüssigkeit durch Salzsäure gefällt, darauf mit Königswasser oxydirt, und nach den gewöhnlichen Methoden geschieden. Der Schwefelgehalt wird bei dieser analytischen Methode aus dem Verlust bestimmt.

Bei der Analyse einiger natürlichen Schwefelverbindungen ist es nützlich, die Probe in einem Strom von Wasserstoffgas zu glühen, um entweder einen Ueberschuss von Schwefel, den man in Betreff seiner Quantität kennen zu lernen wünscht, oder Schwefelarsenik abzuscheiden. Diese Operation geschieht am besten in einem Porcellanrohr, in welches ein kleines Porcellangefäss mit der darauf abgewogenen Probe bis zu der Stelle eingeschoben wird, wo die Hitze am grössten wird. In einem Glasgefäss und über der Spirituslampe erhält man selten eine hinreichende Hitze, und das Glasgefäss fängt an zu schmelzen, bevor die Zersetzung vollendet ist. Das

geglühete Sulfuretum wird in einem Strom von Wasserstoffgas erkalten gelassen. Der Gewichtsverlust zeigt den Gehalt an weggegangenem Schwefel, in so fern sich nicht auch Wasser gezeigt hat; in welchem Fall das Sulfuretum mit Oxyd vermischt gewesen sein würde. Es ist dann am besten, eine besondere Probe in Glas zu machen, um das Wasser aufzusammeln und zu wiegen. Der Schwefel setzt sich dabei nicht ab, denn er geht nur in Schwefelwasserstoff verwandelt weg. Das in Wasserstoffgas geglühete Sulfuretum pflegt sich gewöhnlich in kochender Salzsäure aufzulösen, und zwar unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff und ohne dass Schwefel ungelöst bleibt. Der Schwefelgehalt ist dann leicht aus den bei der Analyse erhaltenen Oxyden zu berechnen.

12. Platinerz.

Als Beispiel der Untersuchung einer gediegenen Metallmasse will ich die des Platinerzes anführen, da seine Zusammensetzung sehr gemischt, und die Anzahl der Operationen in der analytischen Untersuchung folglich gross ist.

Zuvörderst sondert man die Körner mechanisch von einander, welche sich durch ihr Ansehen von den übrigen unterscheiden. Dann versucht man, ob der Magnet einige von ihnen ausziehe. Der Platinsand enthält, ausser den durch Osann darin entdeckten Flitterchen von gediegenem Eisen, oft metallische Verbindungen von Eisen und Platin, welche nicht nur vom Magnete ausgezogen werden, sondern sogar selbst Polarität besitzen. Diese haben eine andere Zusammensetzung als die unmagnetischen Körner. Man zieht sie mit dem Magnete aus, uud bestimmt ihre relative Menge.

Darauf behandelt man die Probe mit verdünnter Salzsäure. Der Zweck hierbei ist, sie von dem Ueberzug von Eisenoxyd, mit dem sie oft bekleidet sind, zu befreien und das metallische Eisen aufzulösen. Dann wird die Menge des Eisens, welche auf diese Weise in der Probe gefunden ist, bestimmt.

Die Probe darf nicht geglüht werden, ohne dass man sie nicht zuvor gewogen hat, denn sie bekleidet sich gewöhnlich dabei mit einer Haut von Eisenoxyd und nimmt

an Gewicht zu. Es ist hinreichend, sie auf einer heissen Sandcapelle zu trocknen.

Der Plan zu der eigentlichen Analyse würde sich nach der Menge und Natur der Bestandtheile des Platinerzes richten; allein er bleibt für alle bis jetzt bekannten Platinerze, sowohl für die aus Asien als für die aus Amerika, derselbe, da sie alle dieselben Bestandtheile, nur in etwas veränderten Verhältnissen, enthalten. Diese Bestandtheile, nach ihrer relativen Menge geordnet, sind: Platin, Eisen, Iridium, Kupfer, Rhodium, Palladium und Osmium. Iridium und Osmium finden sich in den Platinerzen in zwei verschiedenen Zuständen, entweder als wirklich legirt mit den übrigen Metallen, oder nur eingeschmolzen in deren Masse als kleine Partikeln von Osmium-Iridium. Im ersten Falle lösen sie sich mit dem Platin auf; im letzteren bleiben sie ungelöst zurück, als glänzende weisse Flitterchen, die so zart und leicht sind, dass sie auf der Haut ausgestrichen werden können. Wenn grössere Körner von Osmium-Iridium zurückbleiben, so ist dies ein Beweis, dass man sie nicht gehörig ausgelesen hat. Es kann bisweilen von Wichtigkeit sein, ihre relative Menge zu bestimmen; dies geschieht am besten dadurch, dass man das Uebrige auflöst.

Ich bewerkstellige die Lösung des gewogenen Metalls mittelst Königswasser in einer mit einer abgekühlten Vorlage versehenen Glasretorte. Die Säure, welche während des Auflösens überdestillirt, ist gelb. Dies rührt nicht blos vom Chlor her, sondern auch von den Bestandtheilen der Lösung, die während des Aufbrausens in einer feinen Wolke in die Höhe getrieben werden, und wegen des entweichenden Stickstoffoxydgases nicht wieder in die Retorte zurückfallen können; sogar Flitterchen von Osmium und Iridium findet man auf diese Weise übergeführt. Die Säure wird abdestillirt, bis die Flüssigkeit die Consistenz eines Syrups hat und beim Erkalten gesteht. Die Salzmasse wird in möglichst wenigem Wasser gelöst, und die Lösung mit der gehörigen Vorsicht abgegossen. Der ungelöste Rückstand wird mit der übergegangenen Säure übergossen, und mit derselben abermals destillirt. Hierbei löst sich gewöhnlich, was beim ersten Male ungelöst blieb. Die Flüssigkeit wird ebenfalls bis zur Syrups-Consistenz abdestillirt. Wenn das

Destillat nicht farblos ist, muss es nochmals umdestillirt werden. Es enthält gewöhnlich Osmiumoxyd, wovon dann bei dem Umdestilliren etwas verloren geht; allein die Quantität desselben ist im Allgemeinen sehr gering.

Das farblose Destillat wird mit Wasser verdünnt und gesättigt, entweder mit kaustischem Ammoniak, oder, wenn man dies zu kostbar finden sollte, mit Kalkhydrat; doch muss die Säure etwas im Ueberschuss bleiben. Durch diese Sättigung wird beabsichtigt, dass das Schwefelwasserstoffgas, mit welchem man hernach die Flüssigkeit fällt, nicht durch den Einfluss der Säuren zersetzt werde. Diese Fällung muss in einer Flasche vorgenommen werden, welche zugepfropft werden kann und von der Flüssigkeit fast gefüllt wird. Sobald die Flüssigkeit freies Schwefelwasserstoffgas enthält, wird die Flasche zugepfropft und zum Klären hingestellt. Dazu sind bisweilen ein oder zwei Tage erforderlich. Das Klare wird mit einem Stechheber abgenommen und das Schwefelosmium auf ein gewogenes Filtrum gebracht, gewaschen, getrocknet und gewogen. Nach der Theorie sollten in dem so erhaltenen Schwefelosmium 60,6 p. C. Metall enthalten sein; allein man erhält es nicht frei von überschüssigem Schwefel und von Feuchtigkeit, auch oxydirt es sich etwas beim Trocknen. Nach einigen Versuchen mit gewogenen Quantitäten habe ich gefunden, dass dieses Schwefelosmium, so wie man es bei dem angeführten Versuche bekommt, 50 bis 52 p. C. Osmium enthält. Gewöhnlich sind die Quantitäten des Osmiums so gering, dass es von keinem Belange für die Analyse ist, ob man in der Berechnung des Osmiumgehalts dieses Präparats einen Fehler von ein Paar Procenten begeht.

Wir kommen nun auf die Metalllösung zurück. Es geschieht bisweilen, dass nach der Auflösung der Salzmasse die Flüssigkeit nach Chlor riecht; dies rührt von der Zersetzung des Palladiumchlorids her. Die Lösung muss dann so lange in Digestion gestellt werden, bis aller Geruch von Chlor verschwunden ist. Sollte dabei eine Trübung entstehen, so rührt diese von Palladiumoxyd her, das man dann auflösen muss. Diese Lösung filtrirt man durch ein gewogenes Filtrum, worauf die ungelösten Theile zurückbleiben. Diese bestehen aus Körnern von Osmium-Iridium, aus den

erwähnten Flitterchen derselben Metallverbindung, aus Sandkörnern u. dergl., welche man vor der Analyse nicht entfernen konnte. Zuweilen erhält man überdies ein schwarzes, wie Kohle aussehendes Pulver, welches beim Waschen durch das Filtrirpapier gehen will; dies ist Iridiumoxyd. Man bekommt es hauptsächlich, wenn das Königswasser zu viel Salpetersäure enthält. Bei der Concentration der Salzlösung oxydirt sich nämlich das Iridium durch die Salpetersäure, und es geht Chlor fort. Daraus entsteht der Nachtheil, dem jetzt nur schwer abzuhelfen ist, dass man das Iridium von dem Osmium-Iridium nicht abscheiden kann, weil sie in allen Flüssigkeiten unlöslich sind. Man muss folglich vom Anfange an darnach trachten, diesem Uebelstande zuvorzukommen.

Die filtrirte Lösung wird mit dem Doppelten ihres Volumens an Alkohol von 0,833 spec. Gew. vermischt, wodurch sie ungefähr auf einen Alkoholgehalt von 60 p. C. ihres Volumens kommt. Nun setzt man eine concentrirte Lösung von Chlorkalium in Wasser hinzu, so lange als dadurch noch etwas gefällt wird. Der Niederschlag besteht aus Kalium-Chloridsalzen von Platin und Iridium, verunreinigt mit dem von Rhodium, und ein wenig von dem von Palladium, welche ungefähr auf gleiche Weise gefällt werden, wie überhaupt alle Krystalle etwas von den Salzen der Mutterlauge mitnehmen. Der Niederschlag ist schön citronengelb, wenn er von Iridium frei ist, besitzt aber alle Nüancen vom Roth, vom Brandgelb bis zur Zinnoberfarbe, wenn er Iridium enthält. Er wird auf ein Filtrum gebracht und mit 60procentigem Weingeist, dem eine geringe Menge von concentrirter Chlorkaliumlösung zugesetzt ist, ausgewaschen. Man wäscht ihn damit so lange, bis das Durchgehende nicht mehr von Schwefelwasserstoffgas gefällt wird.

Die analytischen Operationen zerfallen nun: *A.* in die Behandlung des gewaschenen Niederschlags, und *B.* in die der weingeistigen Flüssigkeit.

A. Das gewaschene Doppelsalz wird getrocknet und höchst genau mit einem gleichen Gewichte kohlensauren Natrons gemengt. Das Filtrum, mit dem, was nicht davon abgesondert werden kann, wird verbrannt, und die Asche, nachdem sie mit etwas kohlensaurem Natron vermischt worden, dem Uebrigen hinzugelegt. Das Ganze wird in

einen Porcellantiegel gelegt und sehr gelinde erhitzt, bis die Masse durch und durch schwarz ist. Wenn dieser Versuch im Platintiegel angestellt wird, so setzt man sich der Gefahr aus, dass, was sehr leicht geschieht, das Metall des Tiegels, noch ehe eine zersetzende Wirkung des Alkali's statt gefunden hat, einen kleinen Theil des eingelegten Chloridsalzes zu Chlorür reducirt, indem sich Platin vom Tiegel damit verbindet, wodurch ein unerwarteter Ueberschuss verursacht wird.

Bei dieser Behandlung werden die Doppelsalze durch das Alkali zerlegt, und, indem sein Sauerstoff mit der Kohlensäure fortgeht, das Platin reducirt, während das Rhodium und Iridium oxydirt zurückbleiben, in einem Zustande, welcher erlaubt, das Platin von ihnen durch Auflösen abzusondern. Wenn man statt dessen, wie gewöhnlich, die Fällung mit Salmiak bewirkt, so werden, bei Erhitzung des Niederschlags in einem Tiegel, sowohl das Rhodium, als auch das Iridium, neben dem Platin, reducirt, und bei nachheriger Behandlung mit Königswasser wieder gelöst.

Die Salzmasse wird mit Wasser ausgelaugt. Wenn dadurch das meiste Salz fortgeschafft ist, wird verdünnte Salzsäure hinzugesetzt, um aus dem Iridium- und Rhodium-Oxyd das darin enthaltene Alkali auszuziehen, worauf dies ausgewaschen, getrocknet und geglüht wird. Man kann das Filtrum verbrennen und die Asche desselben abrechnen; allein es ist dabei zu bemerken, dass man dasselbe besonders verbrennen muss, damit die Oxyde nicht von den aus dem Papier entwickelten brennbaren Gasen reducirt werden. Darauf wiegt man die Masse.

Nachdem dieses geschehen ist, schmilzt man sie in einem Platintiegel mit dem 5- bis 6fachen ihres Gewichts an saurem schwefelsauren Kali zusammen. Dies wird einige Male wiederholt, oder so oft, als sich der Fluss noch färbt.

Die Menge des Rhodiums lässt sich auf zwei Weisen bestimmen. Entweder kann man das ungelöste Platin waschen, glühen und wiegen, wo sich dann das aufgelöste Rhodiumoxyd, welches 71 p. C. Metall enthält, aus dem Verluste ergibt; oder man versetzt die Auflösung des sauren rhodiumhaltigen Salzes mit kohlensaurem Natron im Ueberschuss, trocknet die Flüssigkeit ein, und glüht das Salz in

einem Platintiegel. Nach Auflösung desselben in Wasser bleibt das Rhodiumoxyd zurück, welches man nun auf ein Filtrum bringt, wäscht, mit dem Filtrum verbrennt, und durch Wasserstoffgas reducirt; das erhaltene Metall wird dann gewogen. Am besten ist es, beide Methoden anzuwenden. Das so erhaltene Rhodium enthält zuweilen Palladium; dies zieht man mit Königswasser aus, und fällt es aus der Lösung, nachdem dieselbe neutralisirt worden, mit Quecksilbercyanid. Das Gewicht des erhaltenen Palladiums wird von dem des Rhodiums abgezogen.

Nachdem das Rhodium ausgezogen ist, behandelt man die Metallmasse zunächst mit ganz verdünntem Königswasser, welches beim Digeriren reines Platin aus derselben auszieht, Die Lösung sieht von aufgeschlämmtem Iridiumoxyd sehr dunkel aus; nachdem sie aber sich geklärt hat, besitzt sie eine rein gelbe Farbe. Sie wird nun abgegossen. Jetzt giesst man concentrirtes, mit Kochsalz versetztes Königswasser auf den Rückstand und dunstet die Flüssigkeit zur Trockne ab. Das Kochsalz wird hinzugesetzt, um die Bildung von Platinchlorür zu verhindern. In dieser mehr concentrirten Säure löst sich etwas Iridium auf; allein, wenn man sie nicht anwendete, würde eine merkbare Menge Platin im Iridium bleiben. Bei Auflösung der eingetrockneten Masse bleibt das Iridiumoxyd zurück. Wenn man sie mit reinem Wasser wäscht, geht sie fast immer mit durch's Filtrum; man muss sie daher zur Absonderung der Platinlösung mit einer schwachen Kochsalzlösung waschen, und, um diese fortzuschaffen, mit einer schwachen Salmiaklösung, von welcher das Zurückbleibende beim Glühen verflüchtigt wird. Der gewaschene Rückstand wird mit dem Filtrum verbrannt, durch Wasserstoffgas reducirt und gewogen. Die iridiumhaltige Lösung von Natronsalz wird mit kohlensaurem Natron vermischt, eingetrocknet und geglüht. Man erhält dann ein Gemenge von Platin- und Iridiumoxyd, welches durch Auslaugen vom Salze befreit, und nun mit Königswasser behandelt wird, worauf das Iridiumoxyd zurückbleibt. Aus der Lösung fällt kaustisches Ammoniak noch eine Spur von braunem Iridiumoxyd, welches doch nicht ganz von Platin frei ist. Das Iridiumoxyd wird reducirt, und das Metall zu dem früheren addirt. Um nun das Gewicht des Platins zu

erhalten, hat man von dem gemeinschaftlichen Gewicht des Platins, Rhodiumoxyds und Iridiumoxyds das Gewicht des Rhodiumoxyds abzuziehen. Dann muss man zu dem erhaltenen Iridiummetall 12 p. C. seines Gewichts addiren, um das Gewicht des Iridiumoxyds zu bekommen, welches man nun von dem noch übrigen Gewicht des Platins abzieht. Das Platin aus seinen Lösungen zu reduciren und sein Gewicht zu bestimmen, würde die Operationen nur verlängern, ohne die Genauigkeit zu erhöhen.

B. Behandlung der weingeistigen Flüssigkeit. Man giesst diese Flüssigkeit in eine Flasche mit eingeriebenem Stöpsel, und leitet Schwefelwasserstoff in dieselbe, bis sie damit gesättigt ist. Man verschliesst alsdann die Flasche, und lässt sie 12 Stunden lang an einem warmen Orte stehen, worauf alle Schwefelmetalle niedergeschlagen sein werden. Zuweilen ist dann die Flüssigkeit roth, entweder von Rhodium- oder von Iridium-Sesquichlorid. Die Flüssigkeit wird filtrirt und der Alkohol abgedunstet, wobei sich noch mehr Schwefelmetall absetzt, welches man dem vorher erhaltenen hinzufügt. Es besteht aus Schwefeliridium, Schwefelrhodium, Schwefelpalladium und Schwefelkupfer, während die durchgegangene Flüssigkeit Eisen, ein wenig Iridium und Rhodium, nebst einer Spur von Mangan enthält. Bei der Verdunstung des Alkohols setzt sich in dem Gefässe ein gleichsam fettes, übelriechendes Schwefelmetall ab, welches man nicht fortspühlen kann. Nachdem die Lösung gänzlich von demselben abgespült worden ist, giesst man etwas kaustisches Ammoniak in die Schaale, wodurch es losgespült wird. Die Lösung wird nun in einen Platintiegel gegossen und zur Trockne verdunstet; dann legt man die feuchten Schwefelmetalle darauf, trocknet und röstet sie im Tiegel, so lange noch etwas schweflige Säure gebildet wird. Nach beendigter Röstung übergiesst man die Masse mit concentrirter Salzsäure, welche sich grün oder gelblichgrün färbt, indem sie basisches schwefelsaures Kupferoxyd und basisches schwefelsaures Palladiumoxyd auflöst. Rhodium- und Iridium-Oxyd, nebst etwas Platin, bleiben ungelöst.

Die Lösung in Salzsäure wird mit Chlorkalium und Salpetersäure versetzt, und darauf zur Trockne verdunstet; man bekommt dadurch eine dunkle Salzmasse, welche Chlorkalium, Kalium-Kupferchlorid und Kalium-Palladiumchlorid ent-

hält. Die beiden ersten dieser Salze, welche in Alkohol von 0,833 spec. Gewicht löslich sind, werden durch denselben ausgezogen; das Palladiumsalz aber, welches dabei ungelöst bleibt, wird auf ein gewogenes Filtrum gebracht und mit Alkohol gewaschen. Es enthält 28,84 p. C. Palladium. Man kann die Salzmasse auch in siedendheissem Wasser auflösen, mit Cyanquecksilber fällen, und auf diese Weise den Palladiumgehalt bestimmen; allein diese Methode ist umständlicher. Sie verdient indess den Vorzug, wenn man zu viel Chlorkalium durch den Alkohol auszuziehen hat.

Die weingeistige Lösung des Kupfersalzes enthält eine Spur von Palladium, welche indess ganz vernachlässigt werden kann. Die Lösung wird zur Verjagung des Alkohols verdunstet, und das Kupfer entweder mit kaustischem Kali, oder, nach einem Zusatze von Schwefelsäure, mit Eisen gefällt. Will man das Palladium von diesem Kupfer ausziehen, so löst man es in Salpetersäure, neutralisirt die Lösung, und vermischt sie mit Quecksilbercyanid, wodurch zuweilen ein äusserst geringer Niederschlag von kupferhaltigem Cyanpalladium entsteht, welchen man abfiltrirt, mit dem Filtrum verbrennt, und auf diese Weise seinem Gewichte nach bestimmt. Gewöhnlich ist seine Menge so gering, dass er nicht gewogen werden kann.

Die gerösteten Schwefelmetalle, welche von der Salzsäure nicht gelöst wurden, werden mit saurem schwefelsauren Kali zusammengeschmolzen, so oft als dieses sich noch färbt. Sie enthalten weit mehr Rhodium, als das zu Anfang der Analyse gefällte Kalium-Platinchlorid, und mit ihnen wird eben so verfahren, wie dort angegeben ist, auch in Bezug auf einen Hinterhalt von Palladium, welcher hier gewöhnlich ist. Die mit saurem schwefelsauren Kali ausgezogene Masse wird mit Königswasser behandelt, welches ein wenig Platin löst und Iridiumoxyd zurücklässt.

Die eingekochte Flüssigkeit, aus welcher die Schwefelmetalle gefällt wurden, enthält nur Eisen, in Form des Chlorürsalzes, eine geringe Menge Iridium und Rhodium, nebst einer Spur von Mangan. Sie wird mit einer hinreichenden Menge Salpetersäure versetzt und bis zur vollständigen Oxydation des Eisens aufgekocht, worauf man das Eisenoxyd mit kaustischem Ammoniak niederschlägt, wäscht,

glüht und wiegt. Dieses Eisenoxyd enthält Iridium und Rhodium, beide in einem solchen Zustande, dass sie mit dem Eisenoxyde von Salzsäure gelöst werden. Bei dieser Auflösung bleibt, in Folge der Zersetzung eines kieselhaltigen Minerals, von dem das Platinerz einige Körner enthält, etwas Kieselsäure ungelöst zurück, doch gewöhnlich in zu geringer Menge, um in Rechnung gezogen werden zu dürfen. Das Eisenoxyd wird durch Wasserstoffgas reducirt, und das Metall in Salzsäure, die man zuletzt erwärmt, aufgelöst. Es bleibt alsdann eine geringe Menge eines schwarzen Pulvers ungelöst zurück; dieses enthält die Metalle in einem noch nicht recht ausgemittelten Zustande, da es bei einer äusserst geringen Hitze mit einer Feuererscheinung decrepitirt. In einem bedeckten Gefässe gibt es viel Wasser, aber keine Feuererscheinung. Nach dem Brennen an offner Luft wird es gewogen, und es hat nun denselben Oxydationsgrad wie im Eisenoxyd. Man zieht hierauf sein Gewicht von dem des Eisenoxyds ab, und berechnet aus dem Gewichte des letzteren das des Eisens.

Die mit kaustischem Ammoniak gefällte Flüssigkeit enthält noch Iridium und Rhodium. Sie wird, nachdem sie zur Zersetzung der Ammoniaksalze mit der hinreichenden Menge von kohlensaurem Natron versetzt ist, zur Trockne abgedunstet, und der Rückstand bis zum gelinden Glühen erhitzt. Darauf löst man das Salz in Wasser, wobei die Metalloxyde ungelöst zurückbleiben. Erhitzt man den Rückstand zu stark, so wird die Salzlösung gelb, und sie enthält etwas von den Oxyden aufgelöst. Diesem Uebelstande ist indess durch eine mässige Hitze zuvorzukommen. Die Quantität des Mangans in den Metalloxyden ist kaum grösser, als zu seiner Erkennung erforderlich ist, und bei einer Probe von 2 Grammen durchaus unwägbar. Sie wird aus den gewaschenen Oxyden mit Salzsäure ausgezogen.

Um die gar zu grosse Menge von kleinen Operationen zu umgehen, hebt man die Oxyde von Rhodium und Iridium, welche aus dem Eisenoxyde und der Salzmasse erhalten werden, bis zur Behandlung der Schwefelmetalle mit saurem schwefelsauren Kali auf, wo sie dann diesen hinzugefügt und mit ihnen analysirt werden.

Eine andere Methode zur Analyse der Platinerze ist von

Döbereiner d. J. angegeben worden. Sein Verfahren ist folgendes: das Platinerz wird in einer, mit einer Vorlage versehenen Retorte aufgelöst. Die Salpetersäure wird auf ein Mal zugesetzt, die Salzsäure aber in kleinen Portionen. Ob die Säure gesättigt sei, erkennt man an dem anfangenden Stossen beim Kochen. Das Destillat, welches Osmium enthält, wird mit Kalkmilch gesättigt, filtrirt und kochend mit ameisensaurem Kali gefällt, wobei das reducirte Osmium als ein blaues Pulver niederfällt.

Das in der Säure Ungelöste wird mit Ammoniak behandelt und damit auf einen Gehalt an Chlorsilber geprüft.

Die freie Säure der Lösung wird an einem dunklen Orte bei Feuerlicht mit Kalkmilch gesättigt, so genau wie möglich. Darauf wird sie mit Kalkwasser, welches man im grossen Ueberschusse zusetzt, gefällt, schnell filtrirt, und der Niederschlag mit Kalkwasser gewaschen. Dieser Niederschlag enthält keine Spur von Platin, sondern die Oxyde von Iridium, Rhodium, Palladium, Eisen und Kupfer. Die filtrirte Lösung wird mit Salzsäure sauer gemacht und durch Zink gefällt. Sobald die Flüssigkeit farblos geworden, ist das Platin ausgefällt. Von dem Zink wird das Platin mit Wasser und verdünnter Salzsäure wohl abgespült, worauf es zur Befreiung von der Mutterlauge mit Wasser und zuletzt mit Salzsäure ausgekocht wird. Dann wird es gut ausgewaschen und das Palladium daraus mit reiner Salpetersäure ausgezogen.

Der durch Kalkwasser entstandene Niederschlag wird noch feucht in Salzsäure aufgelöst und aus der Lösung das Palladium und Kupfer durch Cyanquecksilber ausgefällt. Der durch Cyanquecksilber entstandene Niederschlag wird geglüht, der Rückstand in Salpetersäure aufgelöst, die Lösung mit ameisensaurem Kali vermischt und so lange gekocht, als sich noch Kohlensäuregas entwickelt, wobei das Palladium allein reducirt und ausgefällt wird. Aus der davon geschiedenen Flüssigkeit wird das Kupferoxyd durch Kalihydrat gefällt.

Die mit Cyanquecksilber vermischte Flüssigkeit wird nun mit Salmiak vermischt und eingetrocknet. Aus der trocknen Salzmasse zieht Alkohol von 0,833 spec. Gew. das Eisenchlorid. Durch Glühen wird dann der Rückstand reducirt, und Iridium und Rhodium durch saures schwefelsaures Kali geschieden.

13. Gusseisen.

Es kommt nicht selten vor, dass man die Zusammensetzung des Gusseisens kennen lernen muss, entweder für die Endzwecke, für die es bestimmt ist, oder zur Aufsuchung der Ursache gewisser schlechter Eigenschaften, die es zeigt. Die Analyse des Gusseisens gehört zu den weniger leichten, und zwar wegen des darin enthaltenen Kohlenstoffs, dessen Quantität sich nicht bestimmen lässt, wenn man das Gusseisen in einer verdünnten Säure auflöst, weil das dabei sich entwickelnde Wasserstoffgas nach ungleichen Umständen ungleiche Quantitäten von Kohlenstoff wegführt. Wird das Eisen in Salpetersäure oder in Königswasser aufgelöst, so tritt der Kohlenstoff in neue, stickstoffhaltige Verbindungen ein, wie Th. VIII. S. 67 angeführt worden ist. Es ist also nöthig, dass für die Bestimmung des Kohlenstoffgehalts im Gusseisen das Metall weder auf Kosten von Wasser noch von Salpetersäure oxydirt werde.

Die Bestimmung des Kohlengehalts geschieht theils auf trocknem, theils auf nassem Wege. *a)* Auf trocknem Wege wird auf folgende Art operirt: Hartes Roheisen wird in kleinere Stücke zerschlagen und diese in einem Stahlmörser zu Pulver zerstossen, welches man durch ein Blechsieb mit sehr feinen Löchern siebt. Weiches Roheisen, welches sich nicht zerstossen lässt, wird zuerst blank gefeilt; dann wird das Feilen fortgesetzt und die Feilspäne auf einem untergelegten Papier für die Analyse aufgesammelt. Das Eisenpulver wird darauf in derselben Art, wie bei einer organischen Analyse verbrannt. Man vermischt es mit der 12 bis 14fachen Gewichtsmenge vorher geglüheten und pulverisirten chromsauren Bleioxyds. Nachdem dieses geschehen, wird von diesem Gemisch ungefähr $^1/_4$ abgenommen und die übrigen $^3/_4$ davon genau mit chlorsaurem Kali, das vorher geschmolzen und pulverisirt worden ist, gemengt. Man nimmt von dem Salz eben so viel, als das Eisenpulver wiegt. Das Ganze wird, wie bei einer organischen Analyse, auf die Weise in ein Verbrennungsrohr gefüllt, dass man in dasselbe zuerst die mit chlorsaurem Kali vermischten $^3/_4$ und dann das übrige $^1/_4$ einlegt. Das Verbrennungsrohr wird mit einer Hülse von Eisenblech umgeben und das Gas entweder in dem Liebig'schen

Kaliapparat oder über Quecksilber aufgefangen, wie bei der organischen Analyse beschrieben worden ist.

Regnault, der zuerst diese analytische Methode bei dem Gusseisen angewandt hat, versichert, dass er bei drei Versuchen mit demselben Eisen den Kohlengehalt so übereinstimmend erhalten habe, dass die Versuche 3,22, 3,23 und 3,25 Procent Kohlenstoff gegeben hätten.

b) Auf nassem Wege kann man den Kohlengehalt des Eisens abscheiden, wenn man es in einem Metallsalz auflöst, dessen Metall durch Eisen reducirt wird, wobei also statt der Entwickelung von Wasserstoffgas ein Metall ausgefällt wird. Ich habe bereits im Bd. III. angeführt, wie das Eisen auf einem Kuchen von geschmolzenem Chlorsilber aufgelöst wird. Dies geht ganz gut, aber sehr langsam. Die Analyse erfolgt viel rascher, wenn man das Eisen mit einer Auflösung von Kupferchlorid in Wasser, oder auch mit einer Lösung von gleichen Atomgewichten schwefelsauren Kupferoxyds und Kochsalz übergiesst. Das Kupfer wird dann gegen Eisen ausgetauscht und gefällt, und zwar ohne Gasentwickelung. Der Gehalt des Eisens an Kohlenstoff, Phosphoreisen, Arsenikeisen, Kiesel (als Kieselsäure) u. s. w., bleibt dann mit dem gefällten Kupfer vermischt zurück.

Für die Analyse wird das Gusseisen in kleine Stücke zerschlagen, das geschmeidige Eisen am besten in Gestalt von Dreh- oder Feilspänen angewendet. Das Puddeleisen, welches Schlacke eingemengt enthält, und wovon die Schlakkentheile beim Feilen oder Drehen abgesondert werden, wendet man in kleinen Stücken an. Ist die Kupferlösung frei von überschüssiger Salzsäure, so bildet sich kein Chlorür, besonders wenn zugleich Wärme vermieden wird. Wenn die Farbe der Flüssigkeit ausweist, dass das Kupfer beinahe ausgefällt ist, wird die Kupferchloridlösung erneuert, oder krystallisirtes Kupferchlorid zugesetzt. Wenn dann auch in gelinder Wärme kein Kupfer mehr gefällt wird, so lässt man das Gemisch noch 24 Stunden lang stehen, um sicher zu sein, dass alles Eisen aufgelöst worden ist *). Man hat nun zwei Wege zu wählen.

---

*) Die Anwendung von Kupferchlorid zur Entdeckung eines Kohlenstoffgehalts in Metallen ist von grossem Werth. So ist es z. B.

1. Bei geschmeidigem Eisen, welches eine leicht verbrennliche Kohle absetzt, wird die Masse, so wie sie ist, abfiltrirt. Die Filtrirung geschieht nicht durch Papier in einem gewöhnlichen Trichter, sondern in einem weiten Rohr von Glas, welches an einem Ende etwas ausgezogen worden ist. In das ausgezogene Ende wird ein Pfropf von reinem Platinschwamm eingesetzt, der vorher mit Schwefelsäure ausgekocht, gewaschen und geglüht worden ist. Auf diesen bringt man in dem Rohr die Masse; nachdem die Flüssigkeit durchgelaufen und alles in das Rohr eingespült worden ist, wird sie gewaschen, zuerst mit Wasser, dann mit Salzsäure und am Ende wieder mit Wasser. Die Masse wird in dem Rohr getrocknet, was langsam geschieht, wenn man nicht eine Vorrichtung hat, um das Rohr mittelst Körken in einem Metallgefäss zu befestigen, welches zur Aufnahme der Körke mit Oeffnungen versehen ist. In dieses Gefäss wird dann Wasser gegossen, so dass das Rohr davon bedeckt wird, und das Wasser zum Kochen gebracht, während Luft mit Hülfe eines Saugapparats durch das Rohr geleitet wird.

Das Rohr wird nun heraus genommen, mit dünnem Blech von Eisen oder Platin umwickelt, und die Masse in einem Strom von Sauerstoffgas erhitzt, wobei das Kupfer und die Kohle oxydirt werden. Das Gas, welches man über die glühende Masse streichen gelassen hat, leitet man durch

---

schwer, einen Gehalt an Kohlenstoff im Kupfer zu entdecken, weil sowohl Salpetersäure, als ein Gemisch von Salzsäure und chlorsaurem Kali die Kohle mit dem Kupfer oxydiren. Aber wenn das Kupfer mit Salzsäure und Kupferchlorid oder Eisenchlorid behandelt wird, so bleibt die Kohle zurück, nachdem sich das Kupfer zu der schwarzen intermediären Chlorverbindung aufgelöst hat. Mit Kupferchlorid, Eisenchlorid, Chlorsilber u. s. w. untersucht man mit Leichtigkeit die Reinheit mehrerer Metalle, die in reinem Zustande die Chloride reduciren, die aber dabei Legierungen mit anderen Metallen, wenn sie darin eingemischt enthalten sind, zurücklassen. Zink, auf Chlorsilber unter Wasser gelegt, lässt Zinkblei zurück; Meteoreisen, in einer Auflösung von Eisenchlorid liegen gelassen, setzt Nickeleisen ab, besonders wenn keine Wärme angewandt wird; Rohkupfer mit Kupferchlorid und Salzsäure lässt Kohle, Schwefelkupfer u. s. w., zurück. Dieses Princip kann auf mehrfache Weise bei Analysen von Metallverbindungen vortheilhaft angewendet werden.

Chlorcalcium, fängt es dann über Quecksilber auf und bestimmt den Kohlensäuregehalt darin nach der Vorschrift, welche ich im Th. VII. S. 628—629, gegeben habe.

2. Beim Gusseisen, welches bedeutende Mengen von Graphit zurücklässt, ist es nicht möglich, auf diese Weise die Kohle zu verbrennen. Deshalb wählt man hier folgenden Ausweg: Nachdem das Eisen sich aufgelöst hat, digerirt man die rückständige Masse mit Salzsäure und Kupferchlorid, bis sich das Kupfer aufgelöst hat, und nur noch Kohle, Kieselsäure u. s. w. übrig sind, ein Verfahren, das auch bei dem geschmeidigen Eisen in Anwendung gebracht werden kann. Dann wird die Masse in den eben beschriebenen Filtrir-Apparat gebracht, von Kupferchlorid mit Salzsäure und von Salzsäure mit Wasser abgewaschen, und darauf das Rohr auf die angeführte Weise getrocknet.

Die kohlige Masse, welche nun zurückbleibt, besteht aus Graphitblättchen und Kohle, die mit dem Eisen chemisch verbunden war und durch die Verbindung des Eisens mit dem Chlor abgeschieden wurde. Diese Kohle ist nicht reine Kohle: in dem Augenblicke, wo sie abgeschieden wurde, vereinigte sich wenigstens ein Theil davon mit den Bestandtheilen des Wassers. Wenn daher diese Masse der trocknen Destillation im luftleeren Raume unterworfen wird, so liefert sie Producte der trocknen Destillation; es ist also nicht möglich, sie durch Trocknen bei + 100° in atmosphärischer Luft oder bei noch höherer Temperatur in Wasserstoff in dem Zustande zu bekommen, dass ihr Verlust beim Brennen in einem offenen Gefässe den Kohlenstoffgehalt mit einiger Zuverlässigkeit auswiese. Zu diesem Zweck muss sie in Sauerstoffgas verbrannt werden, was in demselben Rohr, auf gleiche Weise, wie mit dem Kupfergemisch, geschieht. Das Gas wird von der Kohle durch ein Rohr mit Chlorcalcium geleitet und dann über Quecksilber aufgefangen. Aber dass auf diese Weise auch der Graphit verbrenne, grenzt an das Unmögliche; man unterbricht daher die Operation, nachdem das Glühen im Sauerstoffgas eine Weile fortgedauert hat. Man hat nun eine Masse, die aus Kohle und unverbrennlichen Stoffen besteht, die durch anhaltendes Brennen im offenen Platintiegel bei völligem Rothglühen von Kohle befreit werden können, wobei dann der Verlust den

Kohlenstoffgehalt richtig ausweist. Der Platinschwamm, in dessen Theile sich Kohle eingehüllt hat, wird auch hineingelegt. Daher muss er vorher gewogen werden, um sein Gewicht dann abrechnen zu können. Wenn dieser Verlust dem Kohlengehalt zugerechnet wird, welcher aus dem erhalten wird, welchen Kali aus dem aufgesammelten Sauerstoffgas aufgenommen hat, so bekommt man den Kohlengehalt und einen ungefähren Begriff von dem, welcher mit dem Eisen chemisch verbunden, und wieviel als Graphitblättchen im Gusseisen eingeschlossen war. Genau wird das Resultat nicht, weil etwas von den Blättchen im Sauerstoffgas oxydirt wird. Man kann auch die kohlige Masse mit chromsaurem Bleioxyd auf die bereits angeführte Weise verbrennen, aber dieses hat immer den Uebelstand, dass dann der unverbrannte Rückstand nicht weiter analysirt werden kann.

Der verbrannte Rückstand von Stabeisen besteht aus Kupferoxyd und Kieselsäure, so wie auch, wenn Puddeleisen analysirt wird, aus aller der Schlacke, welche dieses einschliesst und wovon schon während der Operation zersetzt worden ist. Das Kupferoxyd wird in verdünnter Salpetersäure oder Salzsäure aufgelöst, wobei die Kieselsäure und das Unzersetzte von der Schlacke zurückbleibt, woraus dann die Kieselsäure mit kochendem kohlensauren Kali oder Natron ausgezogen wird. Die Schlacke wird so leicht durch Salzsäure zersetzt, dass man, nach Svanberg's Versuchen, ihren Gehalt in einem damit gemischten Eisen auf keine andere Weise richtig bestimmen kann, als durch Vergleichung der Menge des Wasserstoffgases, die es weniger als reines Eisen entwickelt.

Der durch Verbrennung von Kohle befreite Rückstand von Gusseisen wird mittelst Fluorwasserstoffsäure oder durch Glühen mit kohlensaurem Alkali analysirt. Wenn das Gusseisen auch Schlackentheile enthält, so kann man hier damit anfangen, die freie Kieselsäure durch Kochen mit kohlensaurem Natron auszuziehen. Bei allen diesen Versuchen ist es recht schwierig, die Kieselsäure aus der eingemischten Schlacke zu scheiden, denn das, was von der Schlacke zersetzt wird, lässt Kieselsäure übrig, die dem Eisen angehört zu haben scheint, und ein Theil von der

Digitized by Google

Kalkerde der Schlacke wird mit dem Kupferchlorür in der Salzsäure aufgelöst.

Der Schwefel wird im geschmeidigen Eisen und im Gusseisen entdeckt und seiner Menge nach auf die Weise bestimmt, dass man z. B. 10 Grammen Eisen in Salzsäure auflöst in einem passenden Gasentwickelungs-Apparate, aus dem das Gas durch ein Absorptionsrohr von der Art geleitet wird, worin man bei organischen Analysen die Kohlensäure von Kali absorbiren lässt, und in welches man eine sehr verdünnte Lösung von salpetersaurem Silberoxyd, die mit Ammoniak vermischt ist, gegossen hat. Gegen das Ende wird Wärme angewendet, um die Einwirkung der Säure auf das Eisen zu vollenden. Bei langsamer Gasentwickelung wird aller Schwefelwasserstoff von der Flüssigkeit eingesogen, die jedoch auch von schwefelfreiem Eisen einen schwachen Niederschlag von Kohlensilber absetzt, herrührend von der Kohle, die bei der Auflösung mit dem Wasserstoff weggeht. Der schwarze Niederschlag wird abgeschieden, mit Salpetersäure behandelt, und, nachdem er völlig aufgelöst worden ist, das Silber durch Salzsäure ausgefällt, so wie die Schwefelsäure durch Chlorbarium. Die filtrirte Lösung wird auf einen möglichen Gehalt an Arsenik geprüft, der jedoch gewöhnlich ungelöst bleibt in Gestalt von Arsenikeisen, gleichwie der Phosphor in Gestalt von Phosphoreisen zurückbleibt.

Die Eisenlösung, welche sich bei dem Versuche gebildet hat, wird von dem Ungelösten abfiltrirt und dieses wohl ausgewaschen. Das Durchgegangene wird mit Salpetersäure gekocht, was jedoch eine unsichere Oxydations-Methode ist, daher besser durch im Ueberschuss hineingeleitetes Chlorgas in Chlorid verwandelt, und darauf das Eisenoxyd durch fortgesetzte Digestion mit kohlensaurem Bleioxyd ausgefällt. Die Lösung wird abfiltrirt, im Wasserbade zur Trockne verdunstet, und das Zurückbleibende mit Alkohol von 0,88 behandelt, welcher Chlorblei ungelöst zurücklässt, und die Salze von Alkali, Kalkerde, Mangan, Kobalt, Nickel u. s. w., aufnimmt, im Fall sie vorhanden sind, welche dann nach gewöhnlichen Vorschriften aufgesucht und von einander geschieden werden. In dem Niederschlage mit kohlensaurem Bleioxyd sucht man Titansäure, Manganoxyd und Thonerde.

Wenn die Oxydirung des Eisens mit Chlor geschieht, so wird das Manganoxyd durch das kohlensaure Bleioxyd ausgefällt, aber das Oxydul bleibt in der Lösung, wenn Salpetersäure angewandt worden war.

Was Salzsäure von dem Eisen ungelöst zurücklässt, wird mit Salpeter und kohlensaurem Natron gemischt und im Silbertiegel bis zur völligen Oxydirung geglüht. In der mit Salpetersäure gesättigten und zur Abscheidung der Kieselsäure abgedunsteten Lösung der Salzmasse sucht man Arseniksäure, Phosphorsäure, Vanadinsäure, Titansäure, die hauptsächlich mit der Kieselsäure zurückgeblieben sind, Molybdänsäure, u. s. w.

Als Lösungsmittel für das Gusseisen, wodurch der Zweck besser erreicht werden soll, als mit Kupferchlorid, wendet Fuchs Eisenchlorid an, welches durch das Eisen zu Chlorür reducirt wird. Dieses Lösungsmittel hat jedoch den Uebelstand, dass sich bei der Auflösung des Eisens darin eine grosse Menge basischen Eisenchlorids mit der Kohle abscheidet, welches dann eine anhaltende Behandlung mit Salzsäure erfordert, um ausgezogen zu werden, wobei man dennoch nicht sicher ist, dass man alles völlig ausgezogen habe.

Um auszumitteln, welche fremde elektronegative Metalle ein Gusseisen begleiten können, löst Wöhler das Gusseisen mit Hülfe von Wärme in verdünnter Schwefelsäure, kocht den gewaschenen Rückstand mit Kalihydrat, filtrirt die Lösung ab und vermischt sie heiss mit Ammoniumsulfhydrat, oder sättigt sie mit Schwefelwasserstoff; oder er behandelt auch den Rückstand unmittelbar mit Schwefelalkali; in beiden Fällen werden die aufgelösten Metalle durch Salzsäure als Schwefelmetalle gefällt. Der Niederschlag wird darauf in einem, an dem einen Ende zugeblasenen gebogenen Glasrohr erhitzt. Dann sublimirt sich Schwefelarsenik, während die nicht flüchtigen Schwefelmetalle zurückbleiben. Gewöhnlich bekommt man Schwefelmolybdän·

14. Analyse der Ackererde.

Analysen von Ackererde haben oft grossen Werth für den Landwirth, der in dieser Beziehung häufig die Chemiker in Anspruch nehmen muss. Für die Anstellung dieser Ana-

lysen hat man sehr variirende Vorschriften. An und für sich sind sie sehr einfach und leicht auszuführen, wenn man sich in Betreff des beabsichtigten Zwecks vorher einen Plan gemacht hat. Dieser Zweck ist von zweierlei Art, nämlich 1) wieviel und welche Stoffe organischen Ursprungs (d. h. wie viel Humus) sind in der Erde enthalten? und 2) mit welchen zerriebenen Mineralien ist der unorganische Theil der Ackererde vermischt?

Die Beantwortung der ersten Frage fällt ganz und gar in das Gebiet der organischen Analyse. Die Ackererde wird bei + 130° im Oelbade getrocknet, dann gewogen und im Extractions-Apparate (Th. VI. S. 214) zuerst mit Aether, dann mit Alkohol, Wasser u. s. w., auf die Weise behandelt, wie ich im Folgenden bei der Analyse von Stoffen des Pflanzen- und Thierreichs anführen werde. Man zieht dadurch aus der Erde mehrerlei verschiedene Stoffe; aber es ist sehr unsicher, ob irgend einer davon, als vorher bekannt gewesen, erkennbar ist. Wir haben die Producte der Fäulniss organischer Körper noch nicht hinreichend studirt, um diese Art von Analyse so zu machen, dass man definitiv bestimmen könnte, welche Art von Producten der Fäulniss die Erde enthält. Diese Untersuchung wird also schwierig und sie gibt dennoch nicht eher zuverlässige Resultate, als bis wir diese Producte der Fäulniss durch ein genaues Studium kennen gelernt haben.

Zwei Umstände können in Betreff des Humus positiv ausgemittelt werden, nämlich 1) die Menge desselben, welche man findet, wenn eine abgewogene Quantität Erde, die bei + 130° getrocknet worden ist, im offenen Tiegel gebrannt wird, bis alles Verbrennliche zerstört ist, wo dann der Verlust den Gehalt an organischen Stoffen ausweist; und 2) der Stickstoffgehalt darin, den man durch eine Verbrennungsprobe findet, angestellt auf die Weise, wie man einen stickstoffhaltigen Körper analysirt. Aber das Resultat von diesen Versuchen ist selten von einem grösseren Werth, da der Humus in der Ackererde durch Düngung und die darauf folgenden Erndten, die die Düngungsstoffe wieder absorbiren, variirt.

Die unorganischen Bestandtheile der Erde sind dagegen leicht auszumitteln. Man wiegt eine lufttrockne und zwischen

den Händen so viel wie möglich zerkrümelte Probe der Erde ab und siebt sie durch ein Sieb von Blech, welches aus mehreren auf einänder folgenden Sieben mit immer kleineren Löchern besteht (s. den Art. *Sieben*). Man bewegt dann das Sieb mit aufgelegtem Deckel, bis sich die Masse nach der ungleichen Feinheit der Siebabtheilungen getheilt hat, und wiegt jeden Theil, um von der ungleichen Grösse der Gemengtheile einen Begriff zu bekommen.

Eine andere lufttrockne Probe wird gewogen und darauf im Wasserbade getrocknet, bis sie nicht mehr an Gewicht verliert. Dann wird davon eine kleinere Probe in ein, an dem einen Ende zugeblasenes Glasrohr gewogen und im Oelbade bis $+130°$ erhitzt, bis sie nicht mehr an Gewicht verliert, wonach dann der Wassergehalt auf das Ganze berechnet wird. Diese Probe wird im offnen Tiegel geglüht, bis alle Kohle verbrannt ist, und hiernach die organischen Stoffe auf das Ganze berechnet.

Der grössere Theil der Probe wird ebenfalls dem Gewichte nach genau bestimmt, in ein Glasgefäss geschüttet, mit Wasser übergossen und mit einer Feder umgerührt. Nach einigen Augenblicken Ruhe wird alles leichtere abgeschlämmt und das trübe Wasser durch ein Florsieb in ein anderes Gefäss gegossen, worin man es zum Absetzen stehen lässt. Auf dem Siebe bleiben Wurzelfasern, nicht verweste Theile von Stroh, Stengeln u. dgl. zurück. Die Operation wird so oft wiederholt, bis neues aufgegossenes Wasser beim Umrühren nicht mehr trübe wird. Was am Ende übrig bleibt, wird getrocknet und gewogen, aber nicht geglüht.

Dieser Rückstand wird auf einem Papier ausgebreitet und, wenn es nöthig ist, durch ein Mikroskop betrachtet, welches, wenn die Theile sehr fein sind, ein zusammengesetztes sein muss. Dabei erkennt dann ein geübtes Auge die Körner von den Mineralien, deren Grus die Erde bildet. Man erkennt Körner von klarem Quarz, Milchquarz, rothem und weissem Feldspath, Glimmerblättchen, Kalkgrus, Thonschiefergrus u. s. w., von den in der Gegend vorkommenden Gebirgsarten, und diese einfache Betrachtung reicht hin, um aufzuklären, von welchen Mineralien die Erde ausgemacht wird, worüber die chemische Analyse keine zuverlässige Auskunft geben könnte. Je mehr eine solche Erde von dem

Pulver jüngerer Gebirgsarten enthält, desto grösser ist ihre Fruchtbarkeit, wenn sie mit dem nöthigen Dünger versehen wird. Grus von Kalksteinen und tertiären Thonschieferarten in einiger Menge dem Quarzsand oder Granitsand eingemengt, gehören zu den besseren Gemengen.

Aus diesem Rückstande zieht man den kohlensauren Kalk, im Fall er darin enthalten ist, mit einem Gemisch von 1 Th. Salpetersäure und 100 Th. Wasser aus, indem man dasselbe in der Kälte darauf einwirken lässt. Wenn sich kein Aufbrausen mehr zeigt, wiewohl die Flüssigkeit noch Lackmuspapier röthet, wird die Flüssigkeit abgegossen und die Kalkerde daraus nach dem Neutralisiren mit kaustischem Ammoniak durch oxalsaures Ammoniak ausgefällt; dann wird Talkerde darin gesucht, indem man die Flüssigkeit mit kohlensaurem Kali im Ueberschuss versetzt und damit kocht.

Was die Salpetersäure ungelöst zurückgelassen hat, wird gewaschen, getrocknet, gewogen, mit concentrirter Salzsäure behandelt und diese Lösung so behandelt, wie im Vorhergehenden in Betreff der Analyse von in Salzsäure löslichen Silicaten angeführt worden ist. Sehr oft scheidet die Salzsäure Kieselsäure ab, ohne dieselbe aufzulösen. Diese wird dann durch Kochen des Ungelösten mit einer Lauge von kohlensaurem Natron ausgezogen. Was dann ungelöst bleibt, wird gewogen. Es ist im Allgemeinen Sand von Quarz oder Granit.

Wir kommen nun wieder auf das Abgeschlämmte zurück. Was durch das Florsieb gegangen, ist ein Gemenge von vermoderten organischen Stoffen (Humus), Thon, äusserst feinem Sand, der nicht selten Kieselpanzer von Infusionsthieren enthält. Nach einer Stunde Ruhe hat sich der Sand und Humus abgesetzt, der Thon ist aber noch aufgeschlämmt geblieben. Man giesst den dicken Thonbrei ab, und verdunstet ihn in kleinen Portionen in einer gewogenen Schaale oder einem Tiegel bis zur Trockne, worauf der zurückgebliebene Thon scharf, z. B. im Oelbade bei + 150°, getrocknet und gewogen wird.

Die unter dem Thonbrei abgesetzte Masse wird auf ein gewogenes Filtrum genommen, das trübe Wasser, welches beim Waschen durch das Papier geht, wird mit der Thonflüssigkeit vereinigt und mit dieser verdunstet. Das Filtrum

wird mit seinem Inhalt bei + 100° getrocknet, gewogen und verbrannt, worauf man das Uebrigbleibende unter dem Mikroskope betrachtet. Es wird dann auf die für das gröbere Pulver angeführte Weise behandelt.

Methoden zur Trennung gewisser Stoffe, die in den vorhergehenden Beispielen nicht näher im Einzelnen angegeben werden konnten.

Diejenigen Körper, welche durch die Aehnlichkeit ihrer Eigenschaften gewisse Gruppen ausmachen, sind oft sehr schwierig auf eine solche Weise zu scheiden, dass sich ihre relativen Quantitäten mit Genauigkeit bestimmen lassen. Einige können wir noch nicht mit völliger Sicherheit quantitativ von einander trennen. Chlor und Brom, die Oxyde von Zink, Nickel, Kobalt und Talkerde, Titansäure und Tantalsäure, Zirkonerde und Titansäure u. s. w., sind Beispiele der Art. Ich will hier in der Kürze solche Scheidungsmethoden anführen, deren man sich in solchen Fällen bedienen kann.

Unorganische Salzbilder. Fluor wird von anderen Salzbildern leicht dadurch geschieden, dass Fluorsilber ein in Wasser lösliches Salz ist, während die Silberverbindungen der übrigen Salzbilder darin unlöslich sind. Das Fluor kann ausserdem durch salpetersaure Kalkerde ausgefällt werden, während die übrigen in der Lösung zurückbleiben.

Jod wird von den übrigen Salzbildern durch salpetersaures Palladiumoxydul geschieden, indem dieses mit einem Jodür einen schwarzen Niederschlag hervorbringt, der völlig so schwer löslich ist, wie Chlorsilber. Nachdem das Jod ausgefällt ist, kann Chlor oder Brom mit salpetersaurem Silberoxyd ausgefällt werden. Ist es Aufgabe, nur Jod von Chlor abzuscheiden, ohne dass die Quantität des letzteren bestimmt zu werden braucht, so kann es auch mit Platinchlorid ausgefällt werden, welches ebenfalls ein schwarzes und unlösliches Jodür gibt. Diese Reactionen erfordern für eine vollkommene Ausfällung, dass das Gemisch beinahe bis zum Kochen erhitzt wird. Zur Scheidung von Jod und Chlor fällt man auch mit Silbersalz, wäscht, trocknet und wiegt die gefällten Verbindungen, und zieht dann daraus das Chlor-

silber mit kaustischem Ammoniak, welches man vorher mit Jodsilber gesättigt hat, das übrigens wenig darin löslich ist.

Jod wird von Brom auf dieselbe Weise, wie von Chlor geschieden.

Wie Chlor von Brom geschieden wird, habe ich bereits im Th. I. ausführlich abgehandelt, aber mehr in Rücksicht, das Brom frei von Chlor zu bekommen, als sie quantitativ zu scheiden. Es gehört dies zu den schwierigeren analytischen Problemen. Was am häufigsten vorkommt, ist, kleine Mengen von einer Bromverbindung in einer Chlorverbindung, und umgekehrt, zu entdecken. Im ersteren Falle, wo eine kleine Portion Brom in einer Chlorverbindung zu entdecken ist, bedient man sich am besten der von Balard angewandten Methode für die Ausziehung des Broms. Man übergiesst die Verbindung in einer Flasche mit Chlorwasser, oder man setzt, wenn die Verbindung aufgelöst ist, in der Kälte mit Chlor gesättigtes Wasser zu, schüttelt gut durch und giesst nach einer Stunde Aether auf die Flüssigkeit und schüttelt diese damit. Der Aether, welcher sich wieder obenauf ansammelt, ist gelb, wenn Brom vorhanden ist; der Aether wird dann abgegossen und neuer aufgegossen, bis sich der Aether aus der Flüssigkeit farblos wieder abscheidet. Der abgegossene Aether wird mit kaustischem Ammoniak versetzt und freiwilig verdunsten gelassen. Er lässt ein Gemenge von Bromammonium und Chlorammonium zurück, welches in Wasser aufgelöst und mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt wird. Ist dieser Niederschlag so reichlich, dass ein zuverlässiger Ausschlag durch die Gewichtsveränderung, welche er beim Erhitzen in Chlorgas und bei der dadurch erfolgenden gänzlichen Verwandlung in Chlorsilber erleidet, erhalten werden kann, so wird dieser Versuch angestellt, im entgegengesetzten Fall muss man sich begnügen, gesehen zu haben, dass die Chlorverbindung wirklich eine Spur Brom enthält.

Im letzteren Falle aber, wo eine kleine Portion Chlor in Brom oder Bromüren aufgefunden werden soll, geschieht dies am besten auf die von H. Rose vorgeschlagene Weise, dass man nämlich die wasserfreie Bromverbindung mit zweifach-chromsaurem Kali und rauchender Schwefelsäure destillirt und das Uebergehende

gehende in verdünntem kaustischen Ammoniak auffängt. Dieses Verfahren gründet sich darauf, dass das Brom keine flüchtige Verbindung von Chromsuperbromid und Chromsäure bildet, wie das Chlor; ist dann Chlor vorhanden, so geht die bekannte Chromverbindung, $2\ddot{C}r + Cr\,Cl^3$, über und diese wird von dem Ammoniak in chromsaures Ammoniak und Salmiak zersetzt und die Flüssigkeit wird gelb. Man verdunstet sie dann im Wasserbade bis zur Trockene, vermischt das Salz mit ein wenig Salzsäure und Alkohol, welcher die Chromsäure in grünes Chlorchrom verwandelt, woraus das Chromoxyd gefällt, getrocknet und gewogen wird. Hiernach lässt sich dann der Chlorgehalt berechnen. Wird bei dieser Probe das Ammoniak nicht gefärbt, so muss es doch bis zur Trockne verdunstet und das zurückgebliebene Salz vor dem Löthrohr geprüft werden, wo sich dann die geringste Spur von Chrom zu erkennen gibt.

Andere Scheidungsmethoden, die man angegeben hat, sind folgende: Wenn man vermuthet, dass Brom und Chlor zusammen vorkommen, so fällt man sie mit salpetersaurem Silberoxyd und zersetzt den Niederschlag durch Schwefelwasserstoff, wobei man Chlorwasserstoffsäure und Bromwasserstoffsäure in die Flüssigkeit bekommt. Der Schwefelwasserstoff wird in gelinder Wärme abgedunstet und die Säuren dann mit kohlensaurem Quecksilberoxyd gesättigt. Nach Berthemot's Angabe zersetzt chromsaures Kali das Quecksilberchlorid, aber nicht das Bromid. Wird dann das Salz im Wasserbade bis zur Trockne verdunstet, so soll man das Quecksilberbromid mit wasserfreiem Alkohol ausziehen können.

Oder man sättigt auch die Wasserstoffsäuren mit Quecksilberoxyd in der Quantität, dass sie basische Verbindungen bilden. Das basische Chlorid ist in Wasser unlöslich, das basische Bromid aber ist in kochendem Wasser löslich und soll auf diese Weise ausgezogen werden können. Man kann auch das als bromhaltig vermuthete Chlorür in Auflösung mit ein wenig Quecksilberchlorid vermischen, das Salz eintrocknen und das Quecksilbersalz sublimiren. Das Chlor darin wird dann gegen Brom ausgewechselt, z. B. aus Bromkalium oder Bromnatrium, und das Sublimat besteht aus einem Gemenge von Quecksilberchlorid und Quecksilber-

bromid, welches man in Wasser auflöst und mit Quecksilberoxyd kocht, um lösliches basisches Bromid und unlösliches basisches Chlorid zu erhalten. — Ich habe nicht Gelegenheit gehabt, diese Methoden selbst zu versuchen.

Schwefel, Selen und Tellur habe ich bereits im Vorhergehenden, bei der Analyse der Schwefelmetalle, S. 98, angeführt.

Arsenik und Phosphor, in Säuren verwandelt (s. arseniksaure und phosphorsaure Salze).

Arsenik und Antimon gehören zu denen, die am schwierigsten vollständig zu trennen sind. Eine der am meisten angewandten und vielleicht sichersten Methoden besteht darin, dass man sie in Schwefelmetalle verwandelt und das Gemenge in Wasserstoffgas erhitzt. Das Schwefelarsenik sublimirt sich und das Schwefelantimon wird zu metallischem Antimon reducirt. Im oxydirten Zustande lassen sie sich vielleicht niemals vollständig trennen.

Chrom und Vanadin werden von einander geschieden, wenn man sie zuerst in Oxydsalze verwandelt und deren Auflösung mit Kaliumsulfhydrat übersättigt. Das Chromoxyd fällt, unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff nieder und das Vanadinoxyd wird in Vanadinsulfid verwandelt, welches sich mit dem Schwefelalkali verbindet und in der Lösung bleibt, aus welcher es dann durch verdünnte Schwefelsäure ausgefällt wird. In ihren neutralen Salzen mit alkalischer Basis können sie auch auf die Weise geschieden werden, dass man in der concentrirten Lösung Salmiak bis zur völligen Sättigung auflöst. Vanadinsaures Ammoniak wird dann ausgefällt. Der Salmiak wird in Stücken in die Lösung gelegt, damit er nach beendigter Fällung herausgenommen werden kann. Das vanadinsaure Ammoniak wird auf ein Filtrum genommen und mit einer gesättigten Salmiaklösung gewaschen. Das chromsaure Ammoniak bleibt in der Lösung zurück.

Von anderen electronegativen Metallen werden sie geschieden, wenn man zu der Lösung ihrer Salze eine Säure mischt und sie dann mit Schwefelwasserstoff behandelt, welcher daraus weder Chrom noch Vanadin ausfällt, sondern diese nur zu Oxyden reducirt.

Wolfram und Molybdän sind bis jetzt nicht zusammen im Mineralreiche vorgekommen, aber wenn dieses der Fall wäre, so würden sie schwerlich quantitativ geschieden werden können, weil wir keine zuverlässige Scheidungsmethode dafür haben.

Tantalsäure von Kieselsäure. Beide werden in Fluorwasserstoffsäure aufgelöst, die Auflösung mit Schwefelsäure versetzt, zur Trockne abgedunstet und die Schwefelsäure durch Glühen ausgetrieben, zuletzt in Ammoniakgas. Die Kieselsäure geht als Fluorkieselgas weg und schwefelsaure Tantalsäure bleibt zurück.

Wie *Tantalsäure* von Wolframsäure und Zinnoxyd geschieden wird, ist bei der Analyse der Tantalate angeführt worden.

Titansäure wird von der *Kieselsäure* auf dieselbe Weise, wie die Tantalsäure, geschieden.

Titansäure von Tantalsäure. Sie kommen zuweilen zusammen vor. Wöhler, welcher dies zuerst bemerkt hat, gibt folgende Scheidungsmethode dafür an: Die beiden Säuren werden mit pulverisirtem reinen Zucker vermischt, das Gemenge durch Erhitzen in einem bedeckten Gefässe bis zum Glühen verkohlt, und die kohlige Masse in einem Strom von Chlorgas geglüht. Dabei bilden sich Chlortitan und Chlortantal, die abdestilliren, so dass zuletzt nur der Ueberschuss von Kohle zurückbleibt. Die Chlorverbindungen werden in Wasser aufgelöst und die Lösung mit Schwefelsäure vermischt, wobei die Tantalsäure niederfällt. Wöhler hält es für wahrscheinlich, dass diese Scheidungsmethode nicht ganz vollständig sei, aber sie ist die einzige, welche wir bis jetzt besitzen.

Arsenik von Kupfer kann sowohl in geschwefelter, als auch in oxydirter Gestalt geschieden werden. In der ersten Gestalt glückt es jedoch selten vollständig, besonders wenn man Ammoniumsulfhydrat hat, oder wenn Ammoniaksalze in der Lösung zugegen sind, die dieses Schwefelalkali bilden. Besser ist es, die Schwefelmetalle dann zu oxydiren und sie auf trocknem Wege mit kohlensaurem Kali oder Natron zu scheiden, welches die Arseniksäure auflöst und das Kupferoxyd abscheidet.

9*

Queksilberoxyd von anderen Metalloxyden. Die beiden Oxyde vom Quecksilber werden durch kaustisches Ammoniak ausgefällt, aber in neuen Verbindungen, welche nach Umständen Ammoniak oder Amid enthalten, verbunden mit einem basischen Salz von der Säure, woraus sie gefällt werden. Durch Ammoniak fällbare Oxyde anderer Metalle folgen dabei ebenfalls mit. Der Niederschlag wird auf ein gewogenes Filtrum genommen, bei $+100^{\circ}$ in wasserfreier Luft getrocknet und gewogen. Dann wird eine bestimmte Portion davon abgewogen, mit ihrer halben Gewichtsmenge kohlensauren Natrons vermischt, und die Masse in ein an dem einen Ende zugeschmolzenes Glasrohr gebracht, welches in einen stumpfen Winkel gebogen ist. Obenauf wird ein wenig kohlensaures Natron geschüttet. Dann wird der Theil des Rohrs, in welchem die Masse liegt, in einem Tiegel mit Sand umgeben und erhitzt, am besten über der Lampe, die offene Mündung des anderen Schenkels aber in ein Glas mit Wasser geführt, so dass die Oberfläche des Wassers genau die Oeffnung abschliesst. Das Quecksilberoxyd wird durch das Natron von seiner Säure geschieden, das Metall reducirt, so dass dieses in metallischer Gestalt übergeht. Sobald die Masse gelinde glüht und sich keine Quecksilberkugeln mehr absetzen, lässt man den Apparat erkalten, schneidet das Glasrohr in der Biegung ab, spült das in dem vorderen Schenkel sitzende Quecksilber in das Wasser, giesst dann dieses ab, lässt das Glas mit dem Quecksilber in gelinder Wärme trocken werden und wiegt das Quecksilber. Die übrigen Metalloxyde bleiben mit dem Natron zurück und werden davon durch Wasser geschieden. Man schreibt auch vor, das Quecksilber direct aus der Lösung auf die Weise zu reduciren, dass man sie mit ameisensaurem Kali vermischt und kocht, wobei das Quecksilber allmälig metallisch niederfällt. Aber es geht mit den Dämpfen Quecksilber weg, und wenn man zur Vermeidung von Verlust den Versuch in einer Retorte mit Vorlage anstellt, so zeigt es sich bei der Ausführung, dass die mit den Wasserdämpfen übergegangenen äusserst kleinen Kugeln höchst schwierig zu sammeln sind.

Es ist dann besser, wenn die Lösung keine Chlorwasserstoffsäure enthält, salpetersaures Silberoxyd zuzusetzen,

und wenn sie jene enthält, eine Lösung von Goldchlorid, bevor das Kochen mit ameisensaurem Alkali geschieht. Dann wird das Quecksilber von dem zugleich reducirten Silber oder Gold zurückgehalten, es kann in Gestalt von Amalgam auf ein Filtrum genommen, gewaschen und bei +100° vollständig ausgetrocknet werden. Das Amalgam wird gewogen und dann in einem Porcellantiegel geglüht, so dass nur das Silber oder Gold zurückbleibt, worauf der Gewichtsverlust das Gewicht des Quecksilbers ausweist. Ist der Quecksilbergehalt gering und unsicher, so dass man sich durch den Augenschein überzeugen will, dass es vorhanden ist, so legt man das Amalgam in ein ähnliches Rohr, wie das eben erwähnte, und glüht im Sandbade. Aber dazu ist eine weit stärkere Hitze erforderlich, als wenn das Quecksilber aus dem Soda-Gemenge abdestillirt werden soll, und das zurückbleibende Metall muss von Neuem in einem offenen Tiegel geglüht werden, um das Gewicht des Quecksilbers richtig zu bekommen.

Uranoxyd von anderen in kohlensaurem Ammoniak löslichen Oxyden. Die Oxyde werden in Essigsäure oder Salpetersäure aufgelöst, die Lösung, im Fall sie sauer ist, mit Ammoniak gesättigt und mit einer Lösung von basischem essigsauren Bleioxyd vermischt, wodurch das Uranoxyd, verbunden mit Bleioxyd, ausgefällt wird. Der Niederschlag wird mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, die Uranlösung abfiltrirt, bis zur Trockene verdunstet und das zurückbleibende Salz geglüht, zuletzt im Ammoniakgas, worauf Uranoxydul zurückbleibt.

Die Bleilösung wird mit Schwefelwasserstoff oder Schwefelsäure behandelt, um daraus das Bleioxyd abzuscheiden, und dann die übrigen Metalle auf gewöhnliche Weise daraus abgeschieden.

Wismuth von Antimon. Die Metalle werden mit Salpetersäure oxydirt, die Oxyde mit einem alkalischen Sulfhydrat behandelt, welches das Schwefelantimon, mit Zurücklassung von Schwefelwismuth, auszieht.

Wismuth wird auf gleiche Weise von *Arsenik* geschieden. Man kann sie auch beide mit Schwefelwasserstoff ausfällen und die Schwefelmetalle in einem Strom von Was-

serstoffgas glühen, wobei Schwefel und arseniges Sulfid übergehen und metallisches Wismuth zurückbleibt.

Kupfer und Wismuth. Sie werden am besten auf die Weise geschieden, dass man zu ihrer Lösung ein wenig Salmiak setzt und sie dann in kleinen Portionen in verdünntes kaustisches Ammoniak tropft. Das Wismuth wird dadurch als basisches Salz gefällt, während das Kupferoxyd in Gestalt von Chlorammoniak-Kupfer aufgelöst bleibt. Der Wismuth-Niederschlag wird mit verdünntem Ammoniak gewaschen, weil das Ammoniak-Kupfersalz von reinem Wasser zersetzt wird, so dass sich dann ein wenig Kupferoxyd darin absetzt.

Zinn und Arsenik, wenn sie beide in metallischer Form sind, werden am besten dadurch geschieden, dass man das Zinn in Salzsäure auflöst, wobei das sich entwickelnde Wasserstoffgas den Arsenikgehalt mitnimmt. Das Wasserstoffgas wird durch ein Rohr geleitet, welches vorher gewogenes schwammiges, d. h. durch Wasserstoffgas reducirtes Kupfer enthält, welches während des Versuchs glühend gehalten wird. Das Kupfer absorbirt das Arsenik aus dem Gase, und seine Gewichtsvermehrung weist die Quantität von Arsenik aus. Die dabei zu beobachtenden Vorsichtsmaassregeln findet man weiter unten bei der Marsh'schen Arsenikprobe angegeben.

Enthält das Zinn Antimon, so hat das Kupfer auch Antimon aufgenommen, und es muss dann mit Chlorgas, auf die im 11ten Beispiel angeführte Weise, analysirt werden.

Zinn und Antimon, wenn die Verbindung metallisch ist, werden auf die Weise geschieden, dass man das Metall in Salzsäure, die mit sehr wenig Salpetersäure vermischt ist, auflöst, so dass die Lösung ohne alle Entwickelung von Wasserstoffgas geschieht, wodurch sonst ein Theil vom Antimon weggeführt werden würde. Ist die Verbindung oxydirt, so löst man sie in concentrirter Salzsäure. Die Lösung wird mit so viel Wasser verdünnt, dass sie nicht mehr Zinn unter Wasserstoffgas-Entwickelung auflöst. Dann wird in dieselbe eine Scheibe von reinem Zinn gesetzt und das Gemisch an einen warmen Ort gestellt. Das Zinn löst sich auf, reducirt anfänglich das Zinnchlorid zu Zinnchlorür, und scheidet dann das Antimon in metallischer Form ab, welches

gewaschen, getrocknet, gewogen und dann vor dem Löthrohr auf einem Arsenikgehalt untersucht wird. Zeigt sich dabei der Arsenikgeruch, so wird eine Portion davon in eine, an einem Glasrohr ausgeblasene Kugel eingewogen und darin in einem Strom von Wasserstoffgas geglüht. Das Arsenik wird dabei in einiger Entfernung von der Kugel in dem Rohr sublimirt; nach beendigtem Versuch werden beide Metalle für sich gewogen.

Das gewöhnliche Arbeitszinn enthält oft neben Arsenik und Antimon auch Blei. Ist die Quantität davon bedeutender, so setzt es sich bei der Auflösung in Salzsäure, mit Zusatz von sehr wenig Salpetersäure, grösstentheils in Gestalt von Chlorblei ab, aber etwas bleibt immer in der Lösung zurück, was dann durch Zinn reducirt und mit dem Antimon vermischt gefällt wird. Die weitere Scheidung des Bleis und Antimons kommt weiter unten vor.

Zinnoxydul und Zinnoxyd lassen sich nicht auf eine solche Weise scheiden, dass man das eine ausfällt und das andere in der Lösung behält. Dabei kommt auch in Betracht, dass das Zinn aller Wahrscheinlichkeit nach ein zwischen beiden liegendes Oxyd = $\dddot{S}n$ hat, welches aber bis jetzt kaum gekannt ist. Um aber beurtheilen zu können, auf welchem Oxydations- oder Chlorverbindungsgrade zwischen dem Maximum und Minimum sich das Zinn in einer aufgelösten Verbindung befindet, stellt man eine gewogene Scheibe von reinem Zinn in die Flüssigkeit, die in einer Flasche enthalten ist, welche, ganz damit angefüllt, verschlossen an einem warmen Ort einige Tage stehen gelassen wird. Aus dem, was dann von der eingesetzten Zinnscheibe aufgelöst worden, ist leicht zu beurtheilen, wie weit das Zinn in der Lösung oxydirt oder mit Chlor verbunden enthalten war. Ist der Zinngehalt in der Flüssigkeit nicht bekannt, so theilt man sie in zwei Theile, fällt nach den bei der Beschreibung des Zinns gegebenen Regeln aus dem einen Theil den Zinngehalt mit Ammoniak und verwendet den andern Theil zur Bestimmung der Menge von Zinn, welche die Flüssigkeit noch aufnehmen kann. Es ist wahrscheinlich, dass man Kupfer anstatt des metallischen Zinns anwenden kann; aber dies ist noch nicht versucht worden.

H. Rose giesst die Lösung in kleinen Portionen in eine kochende Lösung von Quecksilberchlorid, die man in grossem Ueberschuss anwendet; dabei verwandelt sich das Zinnchlorür auf Kosten des Quecksilberchlorids in Zinnchlorid, und das Quecksilberchlorid, wenn es im Ueberschuss vorhanden ist, in Quecksilberchlorür, welches niederfällt. Ist das Quecksilberchlorid nicht in hinreichend grossem Ueberschuss angewandt worden, so kann leicht Quecksilber zu Metall reducirt werden. Das Gewicht des gefällten Quecksilberchlorürs weist den Gehalt von Zinnchlorür aus, das darnach berechnet wird.

Zinnoxyd und Titansäure werden leicht durch Ammoniumsulfhydrat geschieden, indem dieses Schwefelzinn auszieht und die Titansäure unverändert zurücklässt.

Zinnoxyd und Wolframsäure. Wenn ihre Verbindung wasserhaltig ist, dadurch, dass sich die Wolframsäure mit überschüssig zugesetztem Ammoniak verbindet und das Zinnoxyd ungelöst bleibt, oder, wenn sich davon etwas auflöst, dieses beim gelinden Verdunsten des wolframsauren Ammoniaks sich wieder abscheidet. Ist die Verbindung geglüht, so muss sie mit saurem schwefelsauren Kali löslich gemacht und dann derselben Behandlung unterworfen werden. Sind die Metalle mit Schwefel verbunden, so werden sie erst mit Salpetersäure oxydirt.

Zinnoxyd wird im Uebrigen von elektropositiven Schwefelmetallen durch Ammoniumsulfhydrat getrennt.

Die Scheidung des *Zinnoxyds* von *Kupferoxyd* macht jedoch hiervon eine Ausnahme, weil das Schwefelkupfer dem Schwefelzinn stets in kleiner Menge folgt, gleichwie das Kupferoxyd dem Zinnoxyd folgt.

Wenn Kupfer und Zinn im metallischen Zustande zusammen vorkommen, wie z. B. in dem Kanonenmetall, so scheidet man sie ohne Zweifel am besten dadurch, dass man Spähne der Composition in einem Strome von luftfreiem Chlorgas gelinde erhitzt. Das Chlorzinn dunstet mit dem Chlorgase weg und wird in Wasser aufgefangen, während Kupferchlorür und Chlorid, so wie Chlorzink, wenn Zink vorhanden ist, bei der gelinden Hitze in der Kugel zurückbleiben.

Sind Zinnoxyd und Kupferoxyd vermischt oder verbunden, so erhitzt man sie in einem Strom von Salzsäuregas,

oder, nachdem man sie vorher mit Lampenrus vermischt hat, in einem Strom von Chlorgas, wobei das Zinnchlorid abdestillirt und die Kupferverbindung zurückbleibt.

Wird zinnhaltiges Kupfer in Salpetersäure aufgelöst und die Lösung im Wasserbade bis zur Verflüchtigung der überschüssigen Säure verdunstet, so löst sich das zurückgebliebene Kupfersalz in mit ein wenig freier Salpetersäure vermischtem Wasser auf, mit Zurücklassung eines kupferhaltigen Zinnoxyds, aus dem das Kupferoxyd nicht durch überschüssige Säure ausgezogen werden kann. Wird dieses dann gewaschen und mit ein wenig concentrirter Salzsäure übergossen, so bildet sich ein in der freien Säure schwerlösliches Chlorid, welches von vielem aufgegossenen lauwarmen Wasser aufgelöst wird. Diese Lösung wird dann in eine Lösung gegossen, welche bedeutend mehr Kalihydrat enthält, als von der Säure gesättigt werden kann. Diese Kalilösung fällt das Kupferoxyd aus und behält das Zinnoxyd aufgelöst. Das kupferhaltige Zinnoxyd direct mit Kalihydrat zu behandeln, führt zu keinem richtigen Resultat, indem dasselbe Zinnoxyd in dem Kupferoxyd zurücklässt.

Hätte man öfters Analysen von Bronce zu machen, so wäre es ohne Zweifel am richtigsten, den Kupfergehalt in dem, nach der Lösung in Salpetersäure zurückbleibenden Zinnoxyd zu bestimmen, indem dieses wahrscheinlich immer gleich zusammengesetzt ist und auf einem bestimmten Verhältnisse beruht, wodurch die Analysen sehr an Leichtigkeit und Schnelligkeit gewinnen würden.

Blei von Antimon. Im oxydirten Zustande können sie nicht geschieden werden, aber im metallischen Zustande sind sie leicht zu trennen, wenn man sie in einem Strom von Chlorgas erhitzt, indem dann Chlorantimon davon abdestillirt und Chlorblei zurückbleibt. Antimonsaures Bleioxyd, mit Kohlenpulver vermischt und in Chlorgas erhitzt, gibt dasselbe Resultat. Aber man scheidet sie viel schneller, wenn man die oxydirte Verbindung mit einem alkalischen Sulfhydrat oder mit Kalischwefelleber kocht, wobei Schwefelblei zurückbleibt und Schwefelantimon von der Flüssigkeit aufgelöst wird. Am schnellsten und vollständigsten geschieht die Zersetzung durch Schmelzen im Porcellantiegel mit

Kalischwefelleber bei der niedrigen Temperatur, welche zum Schmelzen der Schwefelleber erfordert wird.

Bleioxyd von Silberoxyd. Die Lösung in Salpetersäure wird mit Alkali gesättigt, so dass die Säure nicht vorherrscht, und dann mit ameisensaurem Kali gekocht. Das Silber wird reducirt und ausgefällt, und das Bleioxyd bleibt aufgelöst.

Sättigt man die Oxyde mit Salzsäure, so kann das Chlorblei mit kochendem Wasser ausgezogen werden, oder das Chlorsilber mit kaustischem Ammoniak, wobei dann basisches Chlorblei zurückbleibt.

Bleioxyd von Wismuthoxyd. Sind sie mit Salpetersäure verbunden, so muss man sie auf Schwefelsäure oder Salzsäure übertragen. Um sie mit Schwefelsäure zu verbinden, wird diese in geringem Ueberschuss zugesetzt und die Lösung bis zur Verflüchtigung der Salpetersäure gekocht. Der Rückstand, welcher ein wenig überschüssige Schwefelsäure enthält, wird mit wenigem lauwarmen Wasser übergossen, worin sich schwefelsaures Wismuthoxyd auflöst mit Zurücklassung von schwefelsaurem Bleioxyd, welches mit verdünnter Schwefelsäure und dann mit reinem Wasser gewaschen wird. Die Wismuthlösung wird verdunstet, ein grosser Theil von der darin überschüssigen Schwefelsäure auf der Sandcapelle abgeraucht, der Rückstand, welcher noch sauer sein muss, in wenigem lauwarmen Wasser aufgelöst, wobei gewöhnlich noch ein wenig schwefelsaures Bleioxyd zurückbleibt, welches abgeschieden und dem vorhin erhaltenen zugefügt wird, und dann das Wismuthoxyd mit kohlensaurem Ammoniak ausgefällt, gewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen.

Man kann die gemischten Oxyde auch mit kohlensaurem Ammoniak aus der Salpetersäure ausfällen, sie dann mit Salzsäure verbinden, die Lösung verdunsten, bis sie raucht, und dann das Chlorwismuth aus dem Chlorblei mit Alkohol ausziehen.

Nickeloxyd wird von Kobaltoxyd am sichersten nach der von Phillips aufgefundenen Methode, Th. III., S. 392, geschieden. Es ist jedoch erforderlich, dass diese beiden Metalloxyde, vor ihrer Scheidung nach dieser Methode, von allen anderen Metalloxyden und von Erden befreit worden sind, besonders von Talkerde, die mit dem Kobaltoxyd eine

apfelgrüne Verbindung gibt, die ganz wie Nickeloxydhydrat aussieht.

Man benutzt auch die Eigenschaft der Salze, welche diese Oxyde mit gewissen Säuren, z. B. mit Oxalsäure, Phosphorsäure, Chromsäure bilden, in kaustischem Ammoniak aufgelöst und der freiwilligen Verdunstung überlassen, das Nickelsalz abzusetzen, während das Kobaltsalz in einer löslichen Verbindung aufgelöst bleibt. Aber diese Methode ist nicht so scharf, wie die vorhergehende, indem das abgesetzte Nickelsalz mehrentheils kobalthaltig ist, und, mit Ausnahme der Oxalsäure-Verbindung, dann eine neue Behandlung zur Abscheidung der Säure nöthig macht.

Nickeloxyd und Kobaltoxyd von Manganoxydul. Die Metalle werden aus ihrer Lösung durch Kali- oder Natron-Schwefelleber ausgefällt. Aus dem erhaltenen Niederschlag löst Essigsäure, nach Wackenroder, nur das Schwefelmangan auf. Man kann auch aus den mit Essigsäure übersättigten essigsauren Salzen der Metalloxyde das Nickel und Kobalt durch Schwefelwasserstoff ausfällen, wobei das Mangan in der Lösung bleibt.

Persoz fällt die gemischten Chlorüre durch Digestion mit reinem Quecksilberoxyd, bis die Flüssigkeit farblos geworden ist, filtrirt, wäscht und glüht das Ungelöste, wobei Kobaltoxyd und Nickeloxyd zurückbleiben. Aus der durchgegangenen Lösung wird das Mangan auf gewöhnliche Weise durch kohlensaures Kali gefällt und durch Glühen von Quecksilberoxyd befreit. Diese Methode gründet sich darauf, dass Quecksilberoxyd alle die Oxyde ausfällt, welche basische Chlorüre bilden, die dann gefällt werden. Wird der mit Quecksilberoxyd gemengte Niederschlag geglüht, so geht das Quecksilberoxyd als Sauerstoffgas und metallisches Quecksilber weg. Aber diese basischen Salze sind nicht so unlöslich in Wasser, dass nicht etwas Nickel oder Kobalt in der Manganlösung zurückbleibt.

H. Rose erhitzt das gewogene Oxydgemenge in einem Strom von Salzsäuregas, wodurch wasserfreie Chlorüre erhalten werden, die man in einem Strom von trockenem Wasserstoffgas erhitzt, so lange diesem noch Salzsäuregas folgt, welches am besten sichtbar wird, wenn man das Gas an einen in Ammoniak getauchten Glasstab strömen lässt.

Hierbei werden Nickel und Kobalt zu Metall reducirt, aber nicht das Mangan, dessen Chlorür dann aus dem Metallpulver mit Wasser ausgezogen wird. Scheidet sich dabei ein wenig Manganoxyd ab, so lässt sich dieses von dem schwereren Metallpulver abschlämmen. Rose's Methode ist wahrscheinlich die sicherste und muss vorzugsweise gewählt werden, wenn grosse Genauigkeit nöthig ist.

Nickeloxyd und Kobaltoxyd von Zinkoxyd. Man hat sehr viele Methoden angegeben, um das Zinkoxyd von jenen Oxyden zu trennen. Aber sie sind alle mehr oder weniger unbrauchbar. Meistens hat man sich auf die Löslichkeit des Zinkoxyds in Kali verlassen, aber, ungeachtet Kali Zinkoxyd auszieht, so bleiben doch von diesem stets unbestimmte Mengen zurück. Man kann das Oxydgemisch mehrere Male nach einander mit weit grösseren Quantitäten von Kalihydrat kochen, als zur Lösung nöthig wäre, wenn das Ganze Zinkoxyd sein würde, und man erhält jedes Mal Zinkoxyd in dem Kali aufgelöst, welches sich sogleich zu erkennen gibt, wenn man die durchgegangene Kalilösung mit Schwefelalkali vermischt, wodurch Schwefelzink mit weisser Farbe abgeschieden wird. Man kann also durch mehrfach wiederholte Auskochungen mit neuen Quantitäten Kalihydrat den Zinkoxydgehalt unaufhörlich vermindern, aber es liegt in der Natur der Sache, dass auf diese Weise eine vollkommene Scheidung nicht glücken wird.

Ich habe bereits vor längerer Zeit eine Scheidungsmethode angegeben, die darauf beruht, dass man diese Oxyde in wasserfreie Chlorüre verwandelt und von diesen das Zinkchlorür in höherer Temperatur aus dem Nickelchlorür austreibt. Es geschieht auf die Weise, dass man die Oxyde in einem ähnlichen kleinen Apparat abwiegt, wie ich ihn bei der Analyse der Schwefelmetalle mit Chlorgas beschrieben habe; man leitet einen Strom von Salzsäuregas hindurch, während die Kugel, in welcher die Oxyde liegen, glühend erhalten wird. Das Chlorzink lässt sich dann verflüchtigen, mit Zurücklassung von Chlornickel in Gestalt einer gelben, schuppigen, in kaltem Wasser unlöslichen Masse, die auch in mit Salzsäure vermischtem Wasser unlöslich ist, von der also das Chlorzink abgespült werden könnte, im Fall etwas davon zurückgeblieben wäre. Aber diese Methode gibt nur

eine Approximation, indem das Chlorzink nicht absolut frei von Nickel wird und das unlösliche Chlornickel noch Zink enthält. Wird dieses durch Glühen mit Natron zersetzt (was die einzige Methode ist, dasselbe leicht wieder löslich zu machen), so erhält man ein Nickeloxyd, welches auf der Kohle mit Soda in gutem und anhaltendem Feuer vor dem Löthrohr unverkennbare Spuren von Zinkoxyd erkennen lässt.

Die einzige Methode, wodurch mir die Scheidung dieser Metalloxyde glückte, ist folgende: Nachdem man sich durch Löthrohrversuche überzeugt hat, dass das Nickeloxyd oder Kobaltoxyd Zinkoxyd enthält, wiegt man eine Portion des fein geriebenen und geglüheten Oxyds in einen Porcellantiegel, vermischt dasselbe darin sehr genau mit pulverisirtem Zucker, der durch Umkrystallisiren aus Alkohol vollkommen gereinigt ist, wischt den Glasstab, mit dem die Vermischung geschah, mit Zuckerpulver ab, so dass nichts von dem Oxyde daran haften bleibt, und erhitzt den Tiegel über einer Spirituslampe, so dass der Zucker schmilzt und allmälig verkohlt wird, mit der Vorsicht, dass nicht durch Aufblähen und Spritzen Verlust entstehe. Wenn die Masse wieder fest geworden ist und nicht mehr raucht, wird der Deckel aufgelegt, der Tiegel in einen hessischen Tiegel eingesetzt, auf dessen Boden man eine Lage Magnesia gelegt hat, so dass das Porcellan nicht die Tiegelmasse berührt. Der hessische Tiegel wird dann bedeckt in einen Zugofen gestellt (ich wende Luhme's tragbaren Ofen an, s. Art. *Oefen*) und eine Stunde lang der stärksten Hitze, die der Ofen zu geben vermag, ausgesetzt. Die Metalle werden reducirt und das Zink verflüchtigt, so dass zuletzt nur das Nickel übrig bleibt, aber mit Kohle gemengt, wie denn überhaupt so viel Zucker angewandt werden muss, dass stets noch viel Kohle mit dem Metall zurückbleibt. Die kohlige Masse wird nachher in demselben Tiegel über der Spirituslampe verbrannt, dann zur Auflösung des Oxyds etwas Salpetersäure zugesetzt, die Lösung im Wasserbade eingetrocknet und die Masse geglüht. Was sie nun weniger wiegt, als vor der Behandlung mit Kohle, ist das Gewicht des Zinkoxyds.

Nickeloxyd und Kobaltoxyd von Talkerde. Die Talkerde ist eben so schwierig von diesen Oxyden zu scheiden,

wie das Zinkoxyd, und ihre Gegenwart ist nicht, wie die des Zinkoxyds, vor dem Löthrohr zu erkennen. Es gibt eine Verbindung von Kobaltoxyd mit Talkerde, die im Ansehen dem Nickeloxyd so ähnlich ist, dass sie davon nicht zu unterscheiden ist; löst man sie in einer im Ueberschuss zugesetzten Säure auf und vermischt die Lösung mit kaustischem Ammoniak, so fällt sie nicht eher nieder, als bis Kalihydrat hinzukommt, wodurch dann ein grüner Niederschlag entsteht, ganz wie von Nickeloxyd. Von dieser Erde werden diese Oxyde am besten geschieden, wenn man ihre Lösung in Säuren mit Kali- oder Natron-Hepar fällt, wobei Nickel und Kobalt ausgefällt werden und die Talkerde in der Lösung zurückbleibt, wie ich im Vorhergehenden bei der Anwendung der Hepar beschrieben habe.

Eisenoxyd und Chromoxyd können auf mehrfache Weise von einander geschieden werden; am besten und sichersten geschieht es durch Glühen mit kohlensaurem Natron, dem man ein wenig salpetersaures oder chlorsaures Kali zugesetzt hat. Das Glühen muss in einem Silbertiegel geschehen. Die Hitze darf nicht stärker sein, als gerade bis zum anfangenden Glühen. Wasser zieht dann kohlensaures und chromsaures Alkali aus und lässt das Eisenoxyd zurück. Das Alkali wird mit Salpetersäure gesättigt und die Chromsäure mit salpetersaurem Quecksilberoxydul ausgefällt, worauf man ein wenig Ammoniak zusetzt, bis ein geringer schwarzer Niederschlag entsteht; dann wird der Niederschlag gewaschen und geglüht, wobei er Chromoxyd zurücklässt. Sonst wird das Eisenoxyd durch Schwefelwasserstoff zu Oxydul reducirt und aus der Flüssigkeit das Chromoxyd durch kohlensaure Baryterde ausgefällt, oder man löst das Gemenge der gefällten Oxyde noch feucht in schwefliger Säure und kocht die Flüssigkeit, so lange sich noch schweflige Säure entwickelt, wobei das Chromoxyd niederfällt; aber keine von diesen Methoden ist so zuverlässig, wie die zuerst angeführte.

Eisenoxyd von Eisenoxydul. Bei vielen Analysen kommen die beiden Oxyde des Eisens vermischt vor; es ist dann von grosser Wichtigkeit, ihre relativen Quantitäten bestimmen zu können. Ist die Verbindung von der Beschaffenheit, dass sie ohne vorhergehendes Glühen mit Alkali in Salzsäure

aufgelöst werden kann, so macht man die Lösung in einem mit der Säure beinahe angefüllten und verschlossenen Gefässe, um die höhere Oxydirung des Eisens auf Kosten der Luft zu verhindern. Bleibt dabei etwas ungelöst, so wird die klare, vorher erkaltete Lösung abgegossen und die Flasche mit gekochtem und wieder erkaltetem Wasser auf's Neue gefüllt, verschlossen und klären gelassen, und diese Flüssigkeit der ersteren zugemischt. Der Rückstand wird auf einem Filtrum mit kochendem Wasser gewaschen. Die Flüssigkeit wird mit kaustischem Ammoniak gesättigt, bis Eisenoxyd gefällt zu werden anfängt, das Eisenoxyd mit bernsteinsaurem Alkali gefällt und die Flüssigkeit rasch bis zum Kochen erhitzt. Hierbei fällt bernsteinsaures Eisenoxyd nieder, während bernsteinsaures Eisenoxydul in der Lösung zurückbleibt. Enthält die Lösung Thonerde, so fällt diese mit dem Eisenoxyd nieder und wird dann auf gewöhnliche Weise davon geschieden. Die abfiltrirte Lösung wird mit Chlorgas bis zur Oxydation des Eisenoxyduls versetzt und hierauf das gebildete Eisenoxyd durch bernteinsaures Alkali ausgefällt. Es ist nicht möglich, diesen Versuch so auszuführen, dass das Resultat völlig genau werde, stets hat man zu befürchten, dass man einen kleinen Ueberschuss von Oxyd bekomme, und zwar durch die höhere Oxydirung des Oxyduls auf Kosten der Luft; aber es wird immer hinreichend approximativ, um das Verhältniss zu erfahren, in welchem die Oxyde in der Verbindung enthalten sind, wenn sie in bestimmten Proportionen und nicht zufälligerweise gemengt vorhanden sind.

Man kann sich auch einer gewogenen Portion eines Metalls bedienen, welches sich, unter Reduction des Oxyds oder Chlorids zu Oxydul oder Chlorür, in der Flüssigkeit auflöst. Hierzu eignet sich sehr gut das pulverförmige Silber, welches durch Kupfer aus salpetersaurem Silberoxyd ausgefällt wird, und welches man eine Weile mit einer überschüssigen Lösung von salpetersaurem Silberoxyd gekocht hat, um jeden Kupfergehalt daraus auszuziehen. Man giesst dann die durch Auflösung der Probe unter Abschluss der Luft erhaltene Flüssigkeit auf eine gewogene Menge von diesem pulverförmigen Silber in einer bedeckten und beinahe angefüllten Flasche und erhitzt in kochendem Wasser

bis die Farbe der Flüssigkeit ausweist, dass alles Eisenchlorid zu Eisenchlorür reducirt ist; das Liquidum wird nun abgegossen, das pulverförmige Silber mit kochendem Wasser gut ausgewaschen und scharf, z. B. einige Grade über +100° getrocknet. Was es nun mehr wiegt, wie vorher, ist von dem Chlorid aufgenommenes Chlor. Die Flüssigkeit wird dann mit Chlor oxydirt und das Eisenoxyd daraus durch bernsteinsaures Alkali gefällt. Ist der ganze Gehalt an Eisen auf diese Weise gefunden, so ist es leicht zu berechnen, wieviel davon Oxyd gewesen ist, denn jedes Doppelatom Chlor entspricht einem Atom Eisenoxyd, der Rest ist dann Oxydul gewesen.

Fuchs führt diese Methode so aus, dass er die erhaltene Lösung in zwei gleiche Gewichtsmengen theilt. Die eine Hälfte wird mit Salzsäure sehr sauer gemacht, in eine Flasche gegossen, die davon beinahe angefüllt wird, und in dieselbe ein gewogenes Blech von reinem Kupfer gestellt. (Hierzu fällt er das Kupfer auf Eisen aus Kupfervitriol, befreit das gefällte Kupfer durch Kochen mit Salzsäure von Eisen, wäscht, trocknet, schmilzt und walzt es dann aus.) Wenn nach der Digestion in kochendem Wasser die Farbe des Eisenoxyds verschwunden ist und die Flüssigkeit nur noch die Farbe von Eisenchlorür hat, wird das übrig gebliebene Kupfer herausgenommen, gewaschen, getrocknet und gewogen. Zwei Atomgewichte aufgelösten Kupfers entsprechen einem Atomgewicht Eisenoxyd. — Die andere Hälfte der Lösung wird mit Chlorgas gesättigt, der Ueberschuss davon wieder abgedunstet, die Lösung mit Salzsäure im Ueberschuss versetzt, Kupfer in dieselbe gestellt und auf gleiche Weise verfahren. Was nun das Kupfer an Gewicht verliert, gibt den ganzen Eisengehalt in der Lösung zu erkennen, wonach man dann leicht berechnen kann, wie viel Oxydul vorhanden gewesen ist, nachdem vorher die Quantität des Eisenoxyds bekannt geworden war. Dieses Verfahren glückt jedoch nicht zuverlässig, wenn die Flüssigkeit Arseniksäure enthält, weil sich dann Arsenikkupfer bildet.

In vielen Fällen gelingt es, den Eisenoxydgehalt in einer feuerbeständigen Verbindung, z. B. in einem Silicat oder in einem Titanat, durch Reduction in Wasserstoffgas bei höherer Temperatur zu bestimmen. In einem Silicat wird das Eisenoxyd

oxyd gewöhnlich zu Oxydul, und in einem Titanat zu metallischem Eisen reducirt. Der Gewichtsverlust und die Menge des erhaltenen Wassers weisen dann den Oxydationszustand des Eisens aus.

Zinkoxyd von Manganoxydul. Beide werden mit einem Alkali-Sulfhydrat ausgefällt, worauf Essigsäure das Schwefelmangan allein zersetzt und das Schwefelzink ungelöst zurücklässt. — Man kann auch das Zinkoxyd aus der Chlorverbindung beider Metalle durch Quecksilberoxyd ausfällen, wobei dasselbe gilt, was ich bei der Scheidung des Nickeloxyds von Chlormangan angeführt habe. Richter verbindet die Oxyde mit Salpetersäure und glüht das salpetersaure Salz, wobei das Manganoxyd in Gestalt von Oxyd zurückbleibt; verdünnte Essigsäure löst dann das Zinkoxyd auf und lässt das Manganoxyd zurück. Dieses Verfahren glückt nur dann, wenn 2 Atomgewichte Manganoxydul mit mehr als 1 Atomgewicht Zinkoxyd vermischt sind, denn entsteht durch Glühen $\dot{\mathrm{Zn}} + \dddot{\overline{\mathrm{Mn}}}$; ist aber das Zink nicht in dieser oder in einer grösseren Quantität vorhanden, so bildet sich ein Gemenge von $\dot{\mathrm{Zn}} + \dddot{\overline{\mathrm{Mn}}}$ und $\dot{\mathrm{Mn}} + \dddot{\overline{\mathrm{Mn}}}$, aus dem das Manganoxydul wie das Zinkoxyd durch Essigsäure aufgelöst wird.

Zirkonerde von Eisenoxyd. Ihre gemeinschaftliche Lösung wird durch Ammoniak gefällt, der Niederschlag gewaschen, mit Wasser angerührt und Schwefelwasserstoff hineingeleitet, bis die Flüssigkeit damit gesättigt ist. Das Eisenoxyd verwandelt sich dabei in Schwefeleisen. Haben sich die Erde und das Schwefeleisen abgesetzt, so wird die Flüssigkeit abgegossen und der schwarze Niederschlag mit einer Lösung von schwefliger Säure vermischt, worin sich das Schwefeleisen sogleich auflöst, mit Zurücklassung der Erde, welche mit Wasser, das schweflige Säure enthält, gewaschen, dann getrocknet und geglüht wird, wobei ein wenig schweflige Säure und Schwefel, den die schweflige Säure aus dem Schwefeleisen abgeschieden hat, weggehen. Die Eisenlösung wird mit Salpetersäure oxydirt und das Oxyd mit kaustischem Ammoniak ausgefällt.

In Betreff anderer Methoden verweise ich auf Th. II. S. 391.

Zirkonerde von Titansäure. Die Verbindung wird zu feinem Pulver gerieben, mit pulverisirtem reinen Zucker vermischt und bis zur Verkohlung des Zuckers erhitzt. Dann wird die Masse pulverisirt, in einen Apparat, so wie er zur Analyse der Schwefelmetalle mit Chlor dient, gewogen und darin in einem Strom von trocknem Chlorgas geglüht. Das Titan verbindet sich mit Chlor zu einer flüchtigen Flüssigkeit, die abdestillirt, und Chlorzirkonium bleibt in der Kugel mit Kohle gemengt zurück, aus der es mit Wasser und Salzsäure ausgezogen werden kann.

Thonerde von Beryllerde. Die gewöhnliche Scheidungsmethode dieser Erden bestand bis jetzt darin, dass man sie, nachdem sie in kaustischem Kali aufgelöst und auf gewöhnliche Weise wieder gefällt waren, mit kohlensaurem Ammoniak übergoss, welches die Beryllerde auflöst und die Thonerde zurücklässt. Diese Methode ist jedoch nicht scharf, das Ammoniaksalz löst Thonerde mit der Beryllerde auf, und man weiss nicht, wann oder ob alle Beryllerde aus der Thonerde ausgezogen ist.

Ganz kürzlich haben gleichzeitig C. G. Gmelin und Graf Schaffgotsch eine andere Methode entdeckt, die ich bereits im Vorhergehenden angeführt habe. Die beiden Erden werden nämlich durch Kochen in einer concentrirten Lauge von kaustischem Kali aufgelöst, die Lösung mit Wasser verdünnt, filtrirt und die Beryllerde daraus durch Kochen ausgefällt. Im Uebrigen verweise ich auf S. 61.

Eine dritte Methode, von Berthier angegeben, besteht in ihrer Trennung durch schweflige Säure, Th. II., S. 381.

Talkerde von Zinkoxyd. Aus einer Lösung in Essigsäure fällt Schwefelwasserstoff das Zink als Schwefelzink; aus einer Lösung in stärkeren Säuren wird es durch Kalischwefelleber gefällt, oder nach dem Zusatz von so viel essigsaurem Kali, dass die stärkere Säure mit Kali gesättigt wird, durch Schwefelwasserstoff.

Kalkerde von Talkerde. Ausser der vorhin erwähnten Methode mit oxalsaurem Ammoniak, die immer die sicherste ist, kann man beide Erden, nachdem sie durch kohlensaures Alkali gefällt worden sind, mit Schwefelsäure verbinden, das Salz wiegen, nachdem alle überschüssige Schwefelsäure davon abgeraucht worden ist, dann die schwefelsaure Talk-

erde mit einer gesättigten Lösung von schwefelsaurer Kalkerde ausziehen, darauf wieder glühen und den schwefelsauren Kalk wiegen. Man kann die Erden in Salzsäure lösen, die Lösung zur Trockne verdunsten, das Salz glühen, und wieder auflösen, die Auflösung mit chlorsaurem Kali oder Quecksilberoxyd mischen, damit zur Trockne verdunsten und glühen. Die Talkerde scheidet sich dann von der Salzsäure, und Chlorcalcium wird allein wieder aufgelöst. Aber bei dieser Methode wird die Talkerde leicht kalkhaltig erhalten. Um dieses zu vermeiden, hat man vorgeschrieben, die beiden Erden in einem Strom von feuchtem Chlorgas zu glühen, wobei aus der Kalkerde Chlorcalcium und Sauerstoff entstehen, die Talkerde aber unverändert bleibt.

Baryterde von Kalkerde. Die trocknen salpetersauren Salze dieser Erden werden fein gerieben und mit wasserfreiem Alkohol behandelt, welcher das Kalksalz mit Zurücklassung des Barytsalzes auflöst. Ist der Kalkgehalt nicht zu gross, so geschieht ihre Scheidung am sichersten aus einer sauren Lösung in Salzsäure, die mit so viel Wasser verdünnt wird, dass, wenn der Barytgehalt durch Schwefelsäure ausgefällt wird, die sich bildende schwefelsaure Kalkerde aufgelöst bleibt. Diese letztere Methode ist in jeder Beziehung die zuverlässigste. Liebig hat vorgeschlagen, aus der gemeinschaftlichen neutralen Auflösung dieser Erden die Baryterde mit jodsaurem Natron auszufällen.

Baryterde von Strontianerde wird am besten durch Kieselfluorwasserstoffsäure geschieden, indem diese die Baryterde ausfällt. Nach Liebig kann dazu auch jodsaures Natron angewendet werden.

Strontianerde von Kalkerde. Die ganz wasserfreien salpetersauren Salze dieser Erden werden mit wasserfreiem Alkohol behandelt, der das Kalksalz auflöst und das Strontiansalz zurücklässt.

Alkali von Talkerde. Die Scheidung geschieht, wenn sie als schwefelsaure Salze vorhanden sind, durch Ausfällung mit essigsaurer Baryterde und Glühen des essigsauren Salzes bis zur Zerstörung der Essigsäure, worauf das Alkali mit kochendem Wasser, und die Talkerde aus dem Rückstande durch verdünnte Schwefelsäure ausgezogen wird. Sind sie aber als Chlorüre vorhanden, so vermischt man ihre

concentrirte Lösung mit Quecksilberoxyd, verdunstet zur Trockne und glüht mit aufgelegtem Tiegeldeckel, bis alles Quecksilber verflüchtigt ist. Wenn dann der Rückstand mit kochendem Wasser behandelt wird, so bleibt die Talkerde ungelöst zurück.

Ammoniak, Bestimmung seiner Quantität. Die Probe wird mit überschüssigem Natronhydrat in einer Retorte mit Vorlage, in welcher Salzsäure enthalten ist, destillirt. Das Ammoniak geht über und verbindet sich mit der Salzsäure. Die Destillation wird so lange fortgesetzt, bis in der Masse kein Ammoniak mehr zurück ist. Das Destillat wird mit Platinchlorid vermischt, im Wasserbade zur Trockne verdunstet und aus dem zurückgebliebenen Salz das überschüssig zugesetzte Platinchlorid mit Alkohol ausgezogen. Das übrigbleibende Doppelsalz wird bei $+ 100^{\circ}$ getrocknet, gewogen und der Ammoniakgehalt daraus berechnet. — Man muss bei dieser Gelegenheit kein Kalihydrat anwenden, denn wenn während der Destillation etwas durch Spritzen übergeführt wird, so erhält man den Platinsalmiak mit dem in Alkohol unlöslichen Kaliumdoppelsalz vermischt.

Es möchte scheinen, als wäre hier die Behandlung mit dem Platinsalz überflüssig, weil die Lösung von Chlorammonium im Wasserbade, z. B. in einem gewogenen Platintiegel, zur Trockne abgedunstet und dann direct gewogen werden könnte; aber dabei verflüchtigt sich immer ein, wiewohl nur geringer Theil des Salmiaks. Man braucht den Salmiak nur mit ein wenig Wasser im Platintiegel zu befeuchten, ein Papier darüber zu legen und ihn dann im Wasserbade einzutrocknen; wird das Papier hernach mit Wasser ausgelaugt, so gibt die Flüssigkeit einen deutlichen Gehalt von Salmiak zu erkennen, wenn man sie mit salpetersaurem Silberoxyd vermischt.

Unterchlorige Säure, Bestimmung ihrer Quantität in einem Bleichsalze. Diese Bestimmung ist für technische Zwecke von grosser Wichtigkeit. Sie hat einen besonderen Namen erhalten, man hat sie *Chlorometrie* genannt. Gay-Lussac hat für diese Prüfung ein analytisches Verfahren erfunden, welches sich sowohl durch grosse Genauigkeit, als auch durch schnelle Ausführbarkeit auszeichnet. Es gründet sich darauf, dass man Lösungen von vorher bestimmtem

Gehalt anwendet, die in graduirten Gläsern (S. Art. *Mensurgläser*) gemessen werden. Man nimmt ein bestimmtes Volum von der einen Flüssigkeit und vermischt es mit der anderen, genau abgemessenen, nach und nach in kleinen Quantitäten, bis die verlangte Reaction eingetreten ist, worauf dann der Rückstand in dem Mensurglase ausweist, wieviel verbraucht worden ist.

Die chlorometrischen Proben gründen sich auf zwei verschiedene Principien. Das eine hat zum Zweck, zu bestimmen, eine wie grosse bleichende Wirkung ein bestimmtes Gewicht von dem Bleichsalze, gewöhnlich Chlorkalk (unterchlorigsaure Kalkerde), hervorbringen kann, das andere aber zu bestimmen, wie viel Chlor bei der Bildung des Salzes aufgenommen worden ist. Diese beiden Prinzipien sind weit entfernt, stets ein übereinstimmendes Resultat zu geben, und es sind nur die Proben nach dem ersteren Princip, welche richtige Resultate geben. Inzwischen hat man die anderen ganz aufgegeben und wendet nur die letzteren an. Dies gründet sich darauf, dass man anfangs den Umstand übersehen hatte, dass wenn sich bei der Bereitung des Chlorkalks die Masse erwärmt, viel chlorsaure Kalkerde entsteht, die durchaus kein Bleichungsvermögen besitzt; man hat ein schlechtes Bleichsalz, was aber bei der Chlorprobe den ganzen Gehalt von hinzugekommenem Chlor zu erkennen gibt.

Die Bleichungsprobe geschieht mit Indigschwefelsäure, zu welcher man eine Lösung von dem Bleichsalze tropft, bis die Farbe rein gelb geworden ist. Anfänglich bereitete man eine Lösung von Indig in Schwefelsäure und verwahrte diese zum Gebrauch. Aber diese Lösung verändert sich mit der Zeit, und als man dieses fand, wurde diese Probe ganz aufgegeben und man ging zu der Chlorprobe über, anstatt eine bessere Form für die Indiglösung aufzusuchen. Eine solche Form haben wir in dem indigschwefelsauren Kali, welches in trockner Gestalt beliebig lange aufbewahrt werden kann. Man wiegt davon z. B. 1 Gramm ab, löst in Wasser und vermischt die Lösung mit einer Lösung von chlorsaurem Kali in 20 Theilen Wasser, die mit mehr Salzsäure versetzt worden ist, als zur Zersetzung der Chlor-

säure erforderlich ist. Diese Lösung wird nach einer Weile mit reinem Kalkhydrat mit der Vorsicht gesättigt, dass sie sich nicht erwärmt. Darauf wird ihr Volum mit dem Mensurglase bestimmt und die Flüssigkeit daraus anfangs in kleinen Portionen in die blaue Lösung getropft, bis sie grün geworden ist, und darauf in einzelnen Tropfen nach einander, bis die Lösung eine rein gelbe Farbe erhalten hat. Ein Atomgewicht chlorsaures Kali gibt mit überschüssiger Salzsäure 12 einfache oder 6 Doppelatomgewichte Chlor. Man weiss also, wie vielem Chlor diese Lösung entspricht, und wenn man das Volum der angewandten Solution mit dem vergleicht, was davon noch übrig ist, so weiss man, wie viel Chlor erforderlich ist, um einen Gramm von dem Salze zu bleichen. Für jede neue Bereitung des indigschwefelsauren Kali's muss diese Probe wiederholt werden, weil das Salz zu theuer werden würde, wenn man es so rein bereiten wollte, dass die Probe stets ein für alle Mal gelten könnte.

Um die Chlorkalkprobe anzustellen, wird ein gewisses Gewicht von dem blauen Salze abgewogen und in Wasser aufgelöst. Das Volum der Lösung braucht nicht gemessen zu werden. Dann wird ein bestimmtes Gewicht von dem Chlorkalk mit destillirtem Wasser in einem Mörser gerieben, bis alle Theile des Salzes mit Wasser durchtränkt sind. Das Gemisch wird auf ein Filtrum gegossen, welches vorher mit einer Chlorkalklösung übergossen und gebleicht und hernach ein Paar Mal mit destillirtem Wasser ausgewaschen worden ist. Gewöhnliches Filtrirpapier wird durch eine Chlorkalklösung weisser, was eine Zersetzung des Chlorkalks ausweist, die also mit einer anderen Portion geschehen muss, als mit welcher die Probe angestellt werden soll. Das durchgehende wird in einem Mensurglase aufgesammelt und das Ungelöste mit Wasser ausgewaschen, bis ein gewisses Volum von der Lösung erhalten worden ist, was man bei jeder besonderen Probe immer von demselben Gewicht Chlorkalk gleich gross macht. Von dieser gut gemischten Lösung werden nun kleine Portionen in die blaue Flüssigkeit getropft, bis sie gelb geworden ist. Das Gewicht des angewandten blauen Salzes weist aus, wieviel Chlor erforderlich war, wonach der Chlorgehalt auf das Ganze berechnet wird.

Die Probe auf den Chlorgehalt wird auf mehrfache Weise gemacht. Die von Gay-Lussac angegebenen sind gewiss die besten. Er wendet eins von den folgenden Reactionsmitteln zur Absorption des Chlors an, nämlich 1) eine Lösung von arseniger Säure in Salzsäure; 2) eine Lösung von Cyaneisenkalium; 3) eine Lösung von salpetersaurem Quecksilber. Von diesen macht man sich Lösungen, von denen ein gegebenes Volum eine bekannte Menge des Reactionsmittels enthält. Kurz vor dem Versuche wird die anzuwendende Lösung mit einem Tropfen Indigblau gefärbt. Darauf macht man sich von dem Chlorkalk eine Lösung in einem bestimmten Maas Wasser und untersucht, wieviel davon zugesetzt werden muss, um das Indigblau zu zerstören. So lange von dem Reactionsmittel noch etwas übrig ist, erhält sich die blaue Farbe, deren Verschwinden anzeigt, dass man genug zugesetzt habe. Beim Quecksilberoxydulsalz bedarf es des Zusatzes von Indigblau nicht; man fällt sie in einer Proberöhre mit Salzsäure und setzt so lange Chlorkalklösung zu, bis der Niederschlag aufgelöst ist. Das Chlorür absorbirt das Chlor und verwandelt sich damit so schnell in Chlorid, dass dazu kein Ueberschuss von Chlor erfordert wird. Von diesen dreien gibt Gay-Lussac der arsenigen Säure den Vorzug.

Salpetersäure. Bei analytischen Versuchen ist es im Allgemeinen nicht schwierig, Salpetersäure zu entdecken, wenn man Veranlassung hat, sie zu suchen. Aber sucht man sie nicht, so entgeht sie leicht der Aufmerksamkeit.

Als Reactionsprobe auf die Gegenwart von Salpetersäure verfährt man nach Desbassayns de Richemont auf folgende Weise: 4 Volumtheile concentrirter, salpetersäurefreier Schwefelsäure werden mit 1 Volumtheil der Lösung, in welcher Salpetersäure vermuthet wird, vermischt und in das Gemisch jedes Mal ein Tropfen von einer concentrirten Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul getropft und damit umgerührt. Dieses Salz wird zu schwefelsaurem Eisenoxyd oxydirt und die Salpetersäure reducirt zu Stickoxyd, welches mit der concentrirten Schwefelsäure verbunden zurückgehalten wird. Wenn mehr Eisensalz eingetropft wird, so fängt die Flüssigkeit an, sich röthlich oder purpurroth zu färben, und diese Farbe nimmt dann immer mehr und in

dem Maasse zu, als mehr Eisenoxydulsalz hinzukommt, welches sich das Stickoxyd von der immer verdünnter werdenden Säure aneignet. Ist der Salpetersäuregehalt bedeutend, so wird die Flüssigkeit schwarzbraun. Von 1 Th. Salpetersäure in 24,000 Theilen der zugesetzten Flüssigkeit zieht sich die Farbe deutlich in Purpur. Bleibt sie ungefärbt, so ist keine Salpetersäure darin.

Hat die Reaction gezeigt, dass Salpetersäure vorhanden ist, so wird ein bestimmtes Gewicht von der Probe in Wasser aufgelöst, die Lösung mit Salzsäure vermischt und in das Gemisch Blattgold oder durch Eisenvitriol ausgefälltes, dann mit Salzsäure ausgekochtes und ausgewaschenes pulverförmiges Gold gelegt. Das Gold wird in grösserer Menge zugesetzt, als man vermuthen kann, dass es von der vorhandenen Salpetersäure aufgelöst werde, und das Gefäss mehrere Stunden lang in kochende Digestion gestellt. Man braucht nichts von den rothen Dämpfen zu befürchten, welche im Anfange gebildet werden, denn diese werden bald ausgetrieben, aber das Gefäss muss mit einem unvollkommen schliessenden Glasstöpsel versehen sein, so dass Gas und Dämpfe ausdringen können, ohne dass Luft eindringt. Wenn sich von dem Golde nichts mehr auflöst, wird die Flüssigkeit von dem ungelösten Metall abfiltrirt und von diesem die goldhaltige Flüssigkeit abgewaschen. Aus dieser Flüssigkeit wird dann das aufgelöste Gold durch ein Eisenoxydulsalz gefällt, mit kochender Salzsäure und darauf mit Wasser gewaschen, geglüht und gewogen. Ein Doppelatomgewicht aufgelöstes Gold entspricht einem Atomgewicht Salpetersäure.

Man kann auch Kupfer anwenden, indem man eben so verfährt, wie bei seiner Anwendung zur Bestimmung des Oxydationsgrades von Eisen. Man wiegt das Kupfer vor und nach dem Versuche, den man nicht eher unterbricht, als bis die Flüssigkeit farblos ist und der ganze Kupfergehalt sich in Chlorür verwandelt hat. 6 Atome Kupfer entsprechen 1 Atom Salpetersäure.

Mit gleichem, wenn nicht grösserem Vortheil bedient man sich des Quecksilberchlorürs, welches gewogen und mit der trocknen Probe, oder, wenn es eine Flüssigkeit ist, mit der concentrirten Lösung vermischt wird. Darauf wird

Salzsäure zugesetzt und die Flüssigkeit so lange gekocht, als die Dämpfe noch nach Stickoxydgas riechen. Das ungelöste Chlorür, von dem sich jetzt ein Theil auf Kosten der Salpetersäure in Chlorid verwandelt und sich aufgelöst hat, wird gewaschen, scharf getrocknet und gewogen. 3 Atomgewichten aufgelösten Chlorürs entspricht 1 Atom zersetzter Salpetersäure.

Enthält die Probe organische Stoffe, so kann keine von diesen Methoden angewendet werden, weil diese die Säure zersetzen, wobei sowohl Ammoniak, als auch stickstoffhaltige organische Körper und Stickoxydgas entstehen. In diesem Fall wird die Probe aufgelöst, die Lösung mit kohlensaurem Natron vermischt und wieder eingetrocknet, wobei ein möglicher Gehalt von Ammoniak ausgetrieben wird. Die zurückgebliebene Salzmasse wird mit einer guten Portion Chromoxyd und so viel Kupferfeilspänen oder auch Kupferoxyd vermischt, dass das Gemenge ohne zu schmelzen geglüht werden kann. Man unterwirft es dann derselben Operation, wie man organische stickstoffhaltige Körper analysirt. Zuerst wird kohlensaures Bleioxyd in das Rohr gelegt, darauf bis zu $^1/_3$ der Länge das Gemenge; die letzten $^2/_3$ des Rohrs werden mit metallischem Kupfer gefüllt, welches aus Kupferoxyd durch Wasserstoffgas reducirt worden ist. Sobald das Kupfer glüht, wird die Masse erhitzt; das Chromoxyd reducirt die Salpetersäure und tritt als Chromsäure an deren Stelle, das Kupfer reducirt das Stickstoffoxyd zu Stickgas, und dieses wird nach den gewöhnlichen Vorschriften aufgesammelt und gemessen. Die zuletzt zurückbleibende Portion von Stickgas wird durch die Kohlensäure des Bleisalzes ausgetrieben. Die Quantität der Salpetersäure wird nach der des Stickgases berechnet.

Schwefel im isolirten Zustande. Wenn Schwefel mit anderen Körpern gemengt vorkommt, so ist es nicht leicht, ihn so auszuziehen, dass nicht auch das Lösungsmittel die anderen Bestandtheile angreift. Man zieht zuerst alles in Wasser Lösliche aus, dann, was verdünnte Salzsäure auflösen kann, und kocht den Rückstand, nach Pelouze, mit einer Lösung von schwefligsaurem Kali oder Natron, wobei sich der freie Schwefel zu unterschwefligsaurem Kali auflöst, dann wird das Ungelöste weiter analysirt.

Diejenigen, welche einer ausführlicheren Anleitung für ihre analytischen Arbeiten bedürfen, muss ich auf H. Rose's vortreffliches Handbuch der analytischen Chemie verweisen.

Einige Bemerkungen in Betreff der Analyse unorganischer Körper. Ich habe in den hier angeführten Beispielen diejenigen Fälle, welche am gewöhnlichsten vorzukommen pflegen, zusammenzustellen gesucht. Für diejenigen, welche hier nicht aufgenommen sein können, oder für verwickelte Fälle, wo die hier angegebenen Methoden nicht passen würden, muss ein jeder die Eigenschaften der Körper, deren Anwesenheit er ausgemittelt hat, und sein individuelles Vermögen, eigene Methoden zu ihrer Abscheidung auszufinden, zu Rathe ziehen, wobei die Regel zum Grunde liegen muss: *dass die beste analytische Methode diejenige ist, deren Genauigkeit bei der Ausführung am wenigsten von der Geschicklichkeit des Analytikers abhängt.*

Bei einer jeden Analyse entsteht, durch die Mannichfaltigkeit der Processe, ein Verlust, dem man nicht entgehen kann, welcher bei geübteren Chemikern selten zu 2 p. C. geht und gewöhnlich zwischen 1 und $1\frac{1}{2}$ p. C. variirt, welcher aber, wenn man nur zwei oder 3 Körper zu trennen hat, nicht zu $\frac{1}{2}$ p. C. gehen darf *). Man kann nicht nach Gutdünken diesen Verlust mit einem proportionalen Zusatze zu allen Bestandtheilen corrigiren; denn er trifft oft einen Stoff mehr als den anderen, und eine Analyse, deren Resultat der Menge der angewandten Probe gerade entspricht, ist öfters weniger zuverlässig, als diejenige, wo ein grösserer Verlust aufrichtig angegeben ist.

Geht der Verlust über 2 p. C., und keine Umstände während der Operation geben Anlass, diesen von einem Fehler in der Analyse herzuleiten, so hat man einen Gehalt von Alkali und bisweilen eine Säure im untersuchten Stoffe zu vermuthen. Wenn Fluor darin enthalten ist, erleidet das

---

*) Einige analytische Versuche, z. B. die Analysen, nach welchen die Atomengewichte berechnet sind, lassen durch die Einfachheit der Methode eine so grosse Genauigkeit zu, dass sie bei mehrmaliger Wiederholung nur in den Zehntausendtheilen des Gewichts der zur Analyse abgewogenen Probe unter einander abweichen.

Fossil durch Glühen immer einen grossen Verlust, welcher sich durch eine noch länger fortgesetzte Hitze vermehrt, und unter der Analyse geht der Fluorgehalt verloren und nimmt noch Kieselsäure in Form von Fluorkiesel mit.

Ein anderer Umstand bei der Zusammenstellung des Resultats der Analyse ist ein vermehrtes Gewicht. Bei ungeübten Chemikern zeigt dieses unvollkommenes Auswaschen der Niederschläge an, und ist ein grösserer Fehler, als der Verlust. In den Händen erfahrener Chemiker rührt ein vermehrtes Gewicht davon her, dass, wenn ein Fossil die niedrigeren Oxyde von Eisen, Mangan, Kobalt u. s. w. enthalten hat, das Resultat der Analyse gewöhnlich die Quantität des höheren Oxyds angibt, welches dabei gebildet worden ist, und dessen Sauerstoff-Ueberschuss dann abgerechnet werden muss. Dieser Umstand ist oft versäumt worden und hat nicht selten beigetragen, grössere Verluste zu verbergen. Noch ein Umstand kann eine fehlerhaft vermehrte Menge im Resultate verursachen, wenn sich nämlich, beim Niederschlagen eines Oxyds oder einer Erde, ein basisches Salz, z. B. von Chlor, Schwefelsäure oder irgend einer anderen beim Versuche zugesetzten Säure, gebildet hat, das sich bei dem Glühen entweder nicht zersetzt, oder erst bei einer Temperatur, bis zu welcher man die Glühhitze der zum Wiegen bestimmten Körper gewöhnlich nicht erhöht. Man kann ziemlich sicher sein, dass sich beim Niederschlagen mit kaustischem Ammoniak solche basische Salze bilden, wenn das Ammoniak nicht überschüssig zugesetzt und die Flüssigkeit nicht mit dem Niederschlage eine Zeit lang macerirt wird. — Ich habe schon angeführt, dass, wenn thonerdehaltige Mineralien mit Kali behandelt werden, man gewöhnlich einen Ueberschuss im Gewicht der Thonerde durch einen Rückhalt von Kali erhält.

Bei der Zusammenstellung des Resultats der Analyse muss man vorzüglich auf die Uebereinstimmung desselben mit den Gesetzen der chemischen Proportionen seine Aufmerksamkeit richten. Wenn diese Uebereinstimmung fehlt, ist es ein Beweis, dass das Resultat der Analyse fehlerhaft ist, und man hat dann Anlass, nachzusuchen, wo der Fehler liegt. Ein Resultat, wenn es mit diesen Gesetzen in Widerspruch steht, sogleich als eine Ausnahme oder als einen

Beweis gegen die Richtigkeit dieser Gesetze erklären zu wollen, zeigt nur Unbekanntschaft mit den Schwierigkeiten an, stets genaue Resultate zu erhalten. Es kann endlich auch ein solcher Mangel in der Uebereinstimmung mit den chemischen Proportionen davon herrühren, dass man zur Analyse keine reine Probe oder nur ein mechanisches Gemenge anwandte; oder auch von der Zusammenkrystallisirung isomorpher Körper, die unter sich keine bestimmte chemische Verbindung bilden.

2. *Allgemeine Regeln für die Untersuchung der Gase.*

Gasförmige Stoffe, die man untersuchen will, werden am besten über Quecksilber aufgefangen; wer sich dieses aber, wegen seiner Kostbarkeit, nicht verschaffen kann, muss sich damit begnügen, die Gase über Wasser aufzufangen, und dabei kann man ziemlich richtige qualitative Resultate erhalten, obgleich sie in quantitativer Hinsicht nicht auf völlige Genauigkeit Anspruch machen können. Mit einiger Uebung im Rechnen kann man jedoch zu einem ziemlich zuverlässigen Resultate gelangen, wenn man das gefundene Resultat nach dem corrigirt, was ich im ersten Theil über die Quantität von Wassergas in einer damit gesättigten Luft angeführt habe. Dies ist jedoch weit weniger sicher, als die Behandlung der Gase über Quecksilber, was in den meisten Fällen bei Anstellung genauer Versuche unumgänglich nothwendig ist.

Bei der Untersuchung von Gasgemengen hat man zu bestimmen: *a*) das Volumen des ganzen Gemenges und *b*) die Qualität und das relative Volumen der Bestandtheile. Das Volumen wird in einem schmalen, cylindrischen, graduirten, am besten nach den Decimal-Abtheilungen des Cubikmeters eingetheilten gläsernen Gefässe bestimmt, mit Beobachtung, dass die Flüssigkeit, sei sie Wasser oder Quecksilber, ausserhalb und innerhalb des Gefässes gleich hoch stehe, mit Beobachtung der Barometerhöhe und des Thermometerstandes, und dass das Thermometer eine Weile

am Messungsgefässe aufgehängt war. Man muss dabei, wenn das Maass des Gasvolumens bestimmt wird, das Volumen des gefundenen Barometer- und Thermometerstandes zu einem gewissen Barometer- und Thermometerstande reduciren, z. B. 0,76 Meter Barometerhöhe und zu 0° Temperatur, und es wäre zu wünschen, dass alle Chemiker ihre Angaben auf diesen fixirten Punct reduciren wollten, damit man, ohne Mühe, sogleich zwischen verschiedenen Versuchen eine Vergleichung anstellen könnte. Ich habe übrigens bei dem Artikel *Messen* näher beschrieben, was hierbei beobachtet werden muss.

Man untersucht die qualitative Zusammensetzung eines Gasgemenges mit folgenden Reagentien: *a*) im Wasserstoffgas-Eudiometer, entweder mit Wasserstoffgas, wenn man glaubt, dass es Sauerstoffgas, oder mit Sauerstoffgas, wenn man glaubt, dass es brennbare Gasarten enthalte. Enthält es nur so kleine Beimengungen von Sauerstoff oder Wasserstoff, dass sie allein nicht verpuffen, so lässt man ein Gemenge von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas hinzu, worin nach Bedarf die Menge des einen oder des anderen vorwaltet, und dessen relative Quantitäten genau bestimmt sind; lässt dann einen elektrischen Funken durchschlagen, und bemerkt, ob die Condensation grösser ist, als sie von diesem Gemenge hätte sein sollen. In diesem Falle wäre auch ein Theil des Probegases verbrannt. Statt des elektrischen Funkens wendet man dabei auch kleine, aus Platinschwamm und Thon gemachte Kugeln an. Ihre Anwendung, nebst einigen Erfahrungen darüber, wird im Artikel *Eudiometer* beschrieben werden. Dies ist ohne Zweifel die beste Scheidungsmethode für Wasserstoffgas, wenn es nicht mit Kohlenwasserstoffgas vermischt ist. In diesem Falle wird leicht auch eine Portion von diesem zersetzt. Aber dann ist Kalium ein vortreffliches Reagens. Das Gas wird über Quecksilber in eine gebogene Röhre (Eprouvette) geleitet, und das Kalium mittelst eines Eisendraths hineinführt, so dass es in den umgebogenen Theil des Rohrs zu liegen kommt. Man erhitzt es nun gelinde mit einer Lampe bis zum Schmelzen und bis zur anfangenden Absorption des Gases. Diese Temperatur wird dann unterhalten, weil eine zu hohe Temperatur das Gas wieder austreibt. Nach beendigter Absorp-

tion wird mehr Kalium eingebracht, dasselbe auf's Neue bis zu derselben Temperatur erhitzt, und damit fortgefahren, bis das Gas von neuem Kalium nicht mehr absorbirt wird (vrgl. Th. II. Seite 292). Diese Eigenschaft des Kaliums, reines Wasserstoffgas von den beiden Kohlenwasserstoffgasarten zu scheiden, ist zuerst von Jaquelin angewendet worden. Ich habe es nicht versucht und kann die Zuverlässigkeit dieser Reaction nicht bestätigen. *b)* Eine Auflösung von neutralem schwefelsauren Eisenoxydul, oder noch besser von Eisenchlorür. Es löst Stickoxydgas sehr schnell und mit schwarzer oder schwarzbrauner Farbe auf. *c)* Krystallisirtes essigsaures Bleioxyd wird von schwefelhaltigen und phosphorhaltigen, brennbaren Gasen schwarz. *d)* Baryt- oder Kalkwasser saugt Kohlensäuregas mit Trübung, aber Schwefelwasserstoffgas ohne Trübung ein. *e)* Mangansuperoxyd, Manganoxydhydrat und braunes Bleisuperoxyd absorbiren schwefligsaures Gas, so wie auch Schwefelwasserstoffgas, die jedoch nicht zusammen vorkommen, weil sie sich einander zersetzen. Von dem ersten Gase bildet sich ein schwefelsaures Salz und von dem letzteren Gase Wasser und ein Schwefelmetall. *f)* Kali- oder Natronhydrat saugen alle sauren Gase ein. Von Cyangas werden sie schwarzbraun. *g)* Wasserhaltiges Schwefelkalium nimmt Sauerstoffgas auf, nachdem Kalihydrat die sauren Gase aufgenommen hat. *h)* Krystallwasserhaltiger Borax absorbirt alle sauren Gase, ausser kohlensaures Gas und Schwefelwasserstoffgas. *i)* Chlorsilber absorbirt Ammoniakgas, Schwefelwasserstoff- und Phosphorwasserstoffgas, und entwickelt mit den beiden letzteren Chlorwasserstoffsäuregas, ohne auf andere Gase zu wirken. *k)* Geschmolzenes Chlorcalcium und krystallisirte Borsäure absorbiren Ammoniakgas, mit Hinterlassung der meisten anderen Gasarten. *l)* Krystallisirte Borsäure trennt das Fluorkieselgas von anderen sauren Gasen, womit es gemengt sein kann. *m)* Chlor condensirt im Dunkeln ölbildendes Gas und die Dämpfe von Brandöl, und lässt Kohlenwasserstoffgas im Minimum zurück, zu dessen Condensation nachher Tageslicht erforderlich ist. Am Sonnenlicht explodirt es heftig; das überschüssige Chlor wird mit Kalihydrat weggenommen. *n)* Kalium scheidet Kohlenoxydgas von Kohlenwasserstoffgas ab, wenn es im Gase erhitzt wird. Es wird auf Kosten des

Kohlenoxyds oxydirt, condensirt es gänzlich, und lässt das Kohlenwasserstoffgas zurück. *o)* Unverbrennlichkeit und Mangel aller Reaction zeigt Stickgas an. Desbassayns de Richemont gibt ein positives Kennzeichen für Stickgas an: man soll das Gas, welches für Stickgas gehalten wird, mit der 3 bis 6fachen Volummenge eines Gasgemisches von gleichen Volumen Wasserstoffgas und Sauerstoffgas vermischen und dann über Quecksilber mittelst eines elektrischen Funkens verpuffen, was mehrere Male wiederholt werden kann. Dabei bildet sich bei jeder Detonation ein wenig wasserhaltige Salpetersäure. Man lässt nun das Quecksilber aus dem Verpuffungsrohr heraus, giesst in dasselbe einige Grammen concentrirter Schwefelsäure und bringt auf die Weise, wie bei der Erkennung der Salpetersäure angeführt wurde, einige Tropfen einer Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul hinzu, wodurch die Reaction der Salpetersäure hervorkommt, wenn das Gas Stickgas war oder enthielt. *p)* Man pflegt auch durch Einführung verschiedener mit Reagentien bestrichener Papiere, die im Gas aufgehängt werden, ihre Zusammensetzung zu erforschen, z. B. blaues oder geröthetes Lackmuspapier, wenn man sehen will, ob das Gas sauer oder alkalisch ist; in eine Auflösung von Eisenvitriol getauchtes Papier, wenn man sehen will, ob das Gas Blausäure enthalte u. s. w. Die einzuführenden Reagentien, müssen wo möglich wieder herausgenommen werden können, ohne dass man dabei Gase verliert, damit andere an ihre Stelle eingeführt werden, besonders dann, wenn man von dem Gase nicht so viel hat, um für jedes Reagens eine besondere Portion davon anwenden zu können. Ich bediene mich dazu eines kleinen Glasgefässes von der nebenstehenden Gestalt, welches vor der Glasbläserlampe aus einem etwas weiten Glasrohr, von $^1/_2$ bis $^3/_4$ Zoll innerem Durchmesser, gemacht wird. Dieses Rohr wird an einem Ende ausgezogen und an dem anderen wie eine Flaschenöffnung erweitert, wie A. B. der Figur. Das ausgezogene Ende B. wird ganz nahe an der Ausziehungstelle abgeschnitten und das Rohr 1 bis 1$^1/_2$ Zoll lang gemacht. An den Seiten werden mit einem Grabstichel, der in eine Lösung von Campher

in Terpenthinöl getaucht ist (S. Art. *Glasbohren)*, mehrere Löcher gebohrt, so dass die umgebende Luft zu der inneren des Rohrs freien Zutritt hat. In dieses kleine Gefäss wird nun das Reagens in so grossen Stücken gelegt, dass diese nicht durch die Löcher fallen können, worauf man die Flaschenöffnung mit einem guten Kork C. verschliesst. Um dasselbe wird nun ein geglüheter feiner Eisendrath gewickelt, der so lang ist, dass er, wenn man damit das Gefäss in die Glocke hinaufgeschoben hat, mit dem anderen Ende noch aus dem Quecksilber in der Wanne hervorragt. Dieses Gefäss wird zuerst langsam in das Quecksilber eingesenkt, damit alle Luft daraus ausgetrieben werde, dann unter die Glocke geschoben und in dieser aufsteigen gelassen. Nach beendigter Absorption wird es darin langsam wieder herunter gezogen, so dass keine Luft darin zurückbleibt. Sieht man, dass sich eine Luftblase bilden will, so schiebt man es wieder ein wenig hinauf und zieht es unter schwachem Rütteln am Drath wieder zurück, so dass es sich nur mit Quecksilber füllt. Man hat diese Gläser von verschiedener Grösse, je nach dem Zweck. In manchen Fällen ist es besser, die weitere Oeffnung mit einem eingeschliffenen Glasstöpsel zu verschliessen.

Für die quantitative Untersuchung möchte schwerlich eine andere Regel gegeben werden können, als dass man sich dieser Reagentien, jedes für sich, auf eine solche Art bedient, dass die von ihnen verursachte Absorption die Menge eines jeden Gases für sich bestimmen kann.

Die Untersuchung gasförmiger Stoffe, von einem mit ihrer Ausführung hinreichend bekannten Chemiker angestellt, gibt die sichersten aller Resultate, weil, bei der Vergleichung der relativen Volume der Gase, die Fehler nicht leicht so gross werden können, dass nicht das rechte Verhältniss, nach den Gesetzen der chemischen Proportionen, sogleich einzusehen wäre. Aber wenn man bei einer Analyse einen Bestandtheil nach dem Gewichte, und den anderen durch Messung in Gasform und Reduction auf Gewicht bestimmt, so können grössere Fehler begangen werden, als wenn die Bestimmung beider nach Gewicht geschieht. Es treten jedoch bisweilen Fälle ein, wo dies geschehen muss, und dabei

dabei ist die grösste Genauigkeit nöthig. Hierbei ist es nothwendig, eine richtige Kenntniss des eigenthümlichen Gewichts des Gases zu haben, dessen Gewicht man bestimmen will.

3. *Untersuchung der Mineralwasser.*

Durch die medicinische Anwendung gewisser salzhaltiger Quellwasser haben die Analysen derselben, besonders für die medicinische Chemie, ein bedeutendes Interesse gewonnen. Diejenigen Stoffe, welche man in den Wassern schwedischer Quellen aufgelöst findet, sind: Chlornatrium mit Chlorcalcium und Chlorkalium, Chlormagnesium (seltener ein kleiner Gehalt von schwefelsaurem Alkali oder von Gyps), kohlensaures Alkali, kohlensaure Kalkerde, kohlensaure Talkerde, kohlensaures Eisenoxydul, zuweilen kohlensaures Manganoxydul, und in allen ein Gehalt an Kieselsäure, die ohne Mitwirkung einer Säure oder eines Alkali's aufgelöst ist. Zu diesen kann man für das Wasser grösserer Städte salpetersaures Kali, salpetersaure Kalkerde und salpetersaure Talkerde hinzufügen.

Wenn diese Wasser bisweilen auf freie Säure reagiren, enthalten sie eine geringe Quantität Kohlensäure, welche dann das Auflösungsmittel für kohlensaure Erden ist. Einige Wasser enthalten auch Schwefelwasserstoffgas, aber in so geringer Menge, dass seine Anwesenheit nur dann zu entdecken ist, wenn man ein Glas zur Hälfte mit Wasser füllt, es mit der Hand bedeckt, und das Wasser stark umschüttelt, worauf man, indem man das geöffnete Glas schnell unter die Nase hält, einen schwachen Geruch von Schwefelwasserstoffgas zu bemerken pflegt.

Alle schwedischen Wasser enthalten zugleich einen Theil jenes auflöslichen Stoffes aus dem Humus, den man Extractivstoff zu nennen pflegt; die meisten enthalten so wenig, dass ihre Farbe nicht dadurch leidet, aber das eingekochte Wasser nimmt stets gegen das Ende der Operation eine gelbbraune Farbe davon an. Die Eisenquelle zu Porla enthält so viel davon, dass das Wasser eine weingelbe Farbe hat. Unsere Gesundbrunnen enthalten übrigens Stickgas ohne Sauerstoff-

gas, welches letztere während ihres Laufes durch die Quellader von Eisen oder Extractivstoff absorbirt worden ist, und gewöhnlich ist der Stickstoffgehalt gerade so gross, wie er in einem Wasser sein muss, welches mit atmosphärischer Luft imprägnirt ist, dessen Sauerstoffgehalt aber in einem verstopften Gefässe verzehrt worden ist, ohne dass seine Stelle von mehr Stickgas hätte ersetzt werden können. Je längere Zeit das Wasser ausserhalb der Ader gewesen ist, desto mehr ist dieses Verhältnis verändert.

Uebrigens variirt der Gehalt aufgelöster Stoffe in diesem Wasser gar sehr; z. B. der Gesundbrunnen von Loka enthält gewiss das reinste bisher bekannte Quellwasser. Die Brunnen in Stockholm enthalten eine bedeutende Menge Salpeter; die Heilquelle zu Ronneby enthält schwefelsaures Eisenoxydul, Kali-, Natron- und Ammoniakalaun, nebst Spuren eines Zinksalzes. Unsere gewöhnlichen Mineralbrunnen, z. B. Medevi, Sätra, Ramlösa, Porla u. a. m., enthalten kohlensaures Eisenoxydul, einige mit und einige ohne Alkali. Die Heilquellen um Stockholm, eben so wie vermuthlich die St. Ragnildsquelle bei Söderköping, sind nur als Springquellen anzusehen, deren Gehalt an kohlensauren Erden etwas grösser ist, als in den gewöhnlichen.

Ausländische Heilquellen, besonders die deutschen, sind mit fremden Stoffen meist stark beladen. Viele davon enthalten eine Quantität Kohlensäuregas, die dem Volumen des Wassers gleich ist, z. B. das Selterser, Pyrmonter und Fachinger Wasser; andere wieder enthalten Schwefelwasserstoffgas, mit Kohlensäure und Stickgas gemengt, z. B. das Achener und Nenndorfer Wasser. In diesen ist dann öfters ein Sulfhydrat, z. B. das von Natrium, mit Bicarbonaten von Natron und Erden gemengt.

Die Quantität von Salzen ist in diesen Wassern, gegen die in den unsrigen befindlichen, sehr bedeutend. Das Fachinger, das Geilnauer und das Selterser Wasser enthalten sehr viel kohlensaures Natron. Das Pyrmonter, Marienbader und das Spaa-Wasser enthalten bedeutende Mengen an kohlensaurem Eisenoxydul; die Seidlitzer und Seidschützer Brunnen grosse Mengen schwefelsaurer Talkerde und Chlormagnesium u. s. w.

Die Mineralwasser theilt man gewöhnlich in eisenhaltige, alkalische, salzige und hepatische oder schwefelhaltige ein. Zu diesen ist in der neueren Zeit noch eine Klasse gekommen, nämlich die *jodhaltigen* Wasser, in welchen eine bemerklichere Quantität von Jodnatrium oder Jodmagnesium enthalten ist. Unter diesen zeichnet sich vorzüglich die Adelheidsquelle bei Heilbronn aus. Verschiedene Wasser können zu mehreren dieser Klassen auf einmal gehören; aber man stellt sie nach dem vorherrschenden Character auf. Die schwedischen und die in Schweden gebräuchlichsten ausländischen Mineralwasser sind folgende:

1) *Eisenhaltige*, welche wieder in *a)* rein eisenhaltige, wie z. B. Medevi, Pyrmont, und in *b)* eisenhaltige alkalische, wie z. B. Porla, Sätra, Ramlösa, Adolfsberg, Spaa, Eger und Marienbad, eingetheilt werden.

2) *Alkalische:* z. B. Carlsbad, Marienbad, Bilin, Fachingen und Selters. Hierher können wir auch die Heilquellen bei Stockholm, hinsichtlich ihres Gehalts an kohlensauren Erden, die darin den Hauptbestandtheil ausmachen, rechnen.

3) *Salzige:* z. B. das Seidschützer, Seidlitzer, salzige Pyrmonter und Epsomer Wasser.

4) *Hepatische:* z. B. das Aachener, Nenndorfer und das Gasteiner Wasser.

Mit Ausnahme einiger als Salzsoolen versuchter Brunnen, und einiger neuerlich wieder aufgeräumter Quellen, in denen sich durch Verwesung organischer Stoffe ein geringer Gehalt an Schwefelwasserstoffgas gebildet hat, der in der Regel nach einigen Jahren wieder verschwunden ist, kennen wir in Schweden keine Quellen der zwei letzteren Klassen.

Die chemische Untersuchung der Mineralwasser zerfällt ebenfalls in die qualitative und in die quantitative. Erstere wird mit Reactionsproben gemacht, durch welche man ohne bedeutende Mühe einigermaassen entdeckt, welche Stoffe ein Wasser enthält, indem zugleich ein geübtes Auge aus der Stärke der Reaction die grössere oder geringere Reichhaltigkeit des Wassers beurtheilen kann.

Untersuchung der Mineralwasser mit reagirenden Mitteln.

Man beobachtet: *a)* die *Farbe* und die *Klarheit* des Wassers; *b)* seinen *Geruch* auf die schon angeführte Art, um Schwefelwasserstoffgas zu entdecken; *c)* seinen *Geschmack*, welcher dinteartig, salzig oder bitter sein kann; dabei ist zu erinnern, dass der unangenehme Nebengeschmack, den mehrere Mineralwasser des Morgens zu haben scheinen, und den man am Tage nicht entdeckt, nur von der verschiedenen Disposition des Geschmackorgans nach verschiedenen Tageszeiten abhängt und nichts beweiset. *d)* Ob das Wasser eine grössere Menge flüchtiger Stoffe enthalte, wird auf folgende Art entdeckt: Eine Bouteille wird mit dem zur Prüfung bestimmten Wasser gefüllt, die Hälfte davon wird ausgegossen; man hält nun mit dem Daumen die Oeffnung zu und schüttelt die Bouteille stark einige Minuten lang, kehrt sie dann mit dem Halse nach unten, und ziehet den Daumen so viel zurück, dass man sehen kann, ob etwas Wasser ausfliessen will, welches man dann in ein Glas fallen lässt, um seine Menge ungefähr zu bestimmen. Man muss dabei beobachten, dass die Bouteille so gehalten werde, dass sie während des Schüttelns so wenig als möglich von der Hand erwärmt wird, damit nicht eine blosse Ausdehnung der in der Bouteille eingeschlossenen Luft einen Irrthum veranlasse. Die einzige schwedische Quelle, welche mir auf diese Art ein bemerkenswerthes Zeichen von entwickelten gasförmigen Stoffen gegeben hat, ist Porla.

Nachdem diese Proben, wo möglich an der Quelle selbst, gemacht sind, stellt man die eigentlichen Reactionsproben auf folgende Art an:

Man nimmt 13 Weingläser, von welchen 10 mit dem frischen, zur Prüfung bestimmten Wasser, und 3 mit Probewasser, welches wenigstens eine halbe Stunde gekocht hat und nach dem Abkühlen durch Löschpapier filtrirt wurde, gefüllt werden. In die einzelnen Gläser werden nun folgende Reagentien getropft.

1) *Lackmustinctur* (mit warmem Branntwein und Lackmuskuchen gemacht; der Branntwein bewirkt, dass sie sich

nicht verändert und lange aufbewahrt werden kann). Wenn das Wasser von einigen wenigen Tropfen einen Stich in's Rothe bekommt, so zeigt es freie Säure an; nimmt es, mit mehr Tinctur versetzt, eine blauere Farbe an, so ist die Quantität der Säure gering, und wenn das geröthete Wasser nach 12 bis 24 Stunden wieder blau wird, und wenn in einem der Gläser, die gekochtes Wasser enthalten, keine rothe Farbe von der Lackmustinctur bewirkt wird, so war die Säure Kohlensäure. Eine dunkele Röthe, die nicht vergeht, zeigt ein Metallsalz an.

2) *Kalkwasser* sättigt die freie Kohlensäure und wird zu neutraler, kohlensaurer Kalkerde niedergeschlagen, wobei die in der Kohlensäure aufgelösten Erden und Metalloxyde zugleich niedergeschlagen werden. Enthielt das Wasser freie Kohlensäure, so wird der Niederschlag wieder aufgelöst, wenn man eine hinreichende Quantität des Probewassers zugiesst, welches man am leichtesten auf die Art sieht, dass man anfängt, ein Paar Tropfen Kalkwasser einzutröpfeln, welche dann eine, sogleich wieder verschwindende Trübung verursachen. Enthält das Wasser im Gegentheil nur saure, kohlensaure Erden (Bicarbonate) und keine freie Kohlensäure, so verschwindet die vom Kalkwasser erzeugte Trübung nicht, wenn man auch noch so viel vom Probewasser zusetzt. Dies ist mit den meisten schwedischen kohlensäurehaltigen Wassern, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, der Fall.

3) *Fernambucktinctur* wird gelbbraun bis schön hochroth, wenn das Wasser ein Alkali oder eine kohlensaure Erde enthielt.

4) *Chlorbarium* schlägt schwefelsaure Baryterde nieder. Ein alkalisches Wasser muss, ehe die Barytauflösung zugesetzt wird, mit Säure vermischt werden, um die Reaction des Alkali's auf das Barytsalz zu verhindern. Wenige schwedische Wasser enthalten schwefelsaure Salze in nur etwas bedeutender Menge.

5) *Salpetersaures Silberoxyd* zeigt Chlorüre an, indem es im Wasser eine dünne, weisse Wolke bildet. Ist der Niederschlag im ersten Augenblicke schwarz oder braun, so zeigt es Schwefelwasserstoff an. Bisweilen nimmt die überstehende Flüssigkeit nach einer Weile eine weinrothe

Farbe an, und behält ihre Durchsichtigkeit; dies rührt von einem organischen Stoffe her.

6) *Oxalsaures Ammoniak* oder *zweifach oxalsaures Kali* schlägt oxalsaure Kalkerde nieder, die sich nur langsam zu Boden setzt.

7) Die abfiltrirte Flüssigkeit wird mit *basischem phosphorsaurem Ammoniak* versetzt, welches die Anwesenheit von Talkerde entdeckt.

8) *Kaustisches Alkali* schlägt Erd- und Metallsalze nieder. Ein weisser Niederschlag, der nach einer Weile gelb wird, zeigt einen Eisengehalt an, oder auch eine Menge Extractivstoff, welcher die niedergeschlagene Erde färbt.

9) *Neutrales kohlensaures Kali* schlägt diejenigen Erd- und Metallsalze nieder, worin die Säure nicht Kohlensäure ist.

10) *Cyaneisenkalium* gibt mit eisenhaltigen, alkalischen Wassern eine grüne Farbe, und nach einigen Stunden setzt sich ein blaugrüner Niederschlag ab. Enthielt das Wasser kein Alkali, oder wird dieses zuerst mit einer Säure gesättigt, so nimmt der Niederschlag sogleich eine blaue Farbe an. — Im gekochten Wasser reagirt das Cyaneisenkalium nicht, wenn das Eisen in Kohlensäure aufgelöst war. Das rothe Cyaneisenkalium ist noch empfindlicher, als das gelbe, weil das Eisen in den Quellwassern nur als Oxydul enthalten ist, und daher mit jenem sogleich Blau erzeugt.

11) *Neutrales Goldchlorid* wird, nach Ficinus, von eisenhaltigen Wassern getrübt und setzt reducirtes Gold ab, welches auch in den Wassern, die nicht mit Cyaneisenkalium und Galläpfel reagiren, sichtbar sein soll. Die freie Säure muss jedoch erst mit kohlensaurem Natron gesättigt sein.

12) *Galläpfelsäure* oder, in Ermangelung derselben, eine spirituöse Infusion von Galläpfeln, bringt in eisenhaltigem, frisch aus der Quelle geschöpftem Wasser im ersten Augenblick keine Veränderung hervor, aber nachher färbt sich das Wasser allmälig immer mehr und mehr. Helle Purpurfarbe, die sich nach mehreren Stunden nicht vermehrt, zeigt einen sehr geringen Eisengehalt an. Unsere gewöhnlichen eisenhaltigen Wasser geben einen dunkelen Purpur, und die stärkeren eine schwarzbraune Farbe. Diejenigen Wasser, welche

viel Alkali enthalten, geben eine schmutzige Farbe, zwischen grün und dunkelbraun. Wasser, welches so wenig Eisen enthält, dass es von der Galläpfeltinctur allein nicht entdeckt wird, reagirt, nach Phillips, dann merkbar, wenn ein wenig Kalkwasser, oder noch besser, wenn eine Auflösung von kohlensaurem Kalk in kohlensaurem Wasser zugesetzt wird.

Wenn die Galläpfelsäure in gekochtem Wasser keine Purpurfarbe hervorbringt, so war das Eisenoxydul in Kohlensäure aufgelöst, und wenn das gekochte Wasser nach einigen Stunden mit der Galläpfelsäure eine meergrüne Farbe annimmt, so enthielt es Alkali. Diese Reaction ist so empfindlich, dass die kleinsten Quantitäten Alkali davon entdeckt werden. Es ist für diese Probe nöthig, das Wasser lange gekocht zu haben, weil sonst ein Gehalt von kohlensaurer Talkerde die Ursache der alkalischen Reaction sein kann.

Jod und Brom sind mehrentheils in so kleinen Quantitäten in dem Wasser enthalten, dass sie der Einwirkung der Reactionsmittel entgehen. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass kein Wasser, welches Kochsalz enthält, von dessen natürlichen Begleitern Bromnatrium und Jodnatrium absolut frei sei. Von den Reactionen auf Jod und deren Ausführung mit Stärke und Chlorwasser habe ich bereits im ersten Theile bei der Beschreibung des Jods geredet. Ich habe ferner in diesem Artikel zur Scheidung der Salzbilder den Gebrauch von Palladiumsalz beschrieben. Selten lohnt es der Mühe, diese Reagentien anders als auf den Rückstand des eingekochten Wassers anzuwenden. Für Brom hat man keine andere, als die Balard'sche Probe mit Chlorwasser und Aether, aber diese Probe ist nicht so empfindlich, dass man so kleine Spuren von Brom entdecken könnte, wie von Jod.

Man hat ausserdem eine Menge anderer Reagentien vorgeschrieben, aber ihr Gebrauch gab mir niemals bessere Aufschlüsse, und ich habe nie mehr, als die jetzt aufgezählten nöthig gehabt. — Wenn man nun die durch die Reaction gefundenen Stoffe zusammenstellt, so findet man leicht, welche davon mit einander verbunden sein können, und wenn man sie nach den bekannten stärkeren Verwandschaften zusammenpaart, so wird man in den Stand gesetzt, ungefähr anzugeben, welche Salze das Wasser enthält.

Bestimmung der festen Bestandtheile des Wassers.

In einer Schaale von ächtem Porcellan oder von Glas, die man mit Papier bedeckt hat, dampft man bei einer gelinden Wärme, die niemals bis zum Kochen kommen darf, genau abgemessene oder gewogene Quantitäten des zu untersuchenden Wassers ab, was stets am schnellsten und sichersten im Wasserbad geschieht, bis die Masse fast bis zur Trockene gekommen ist. Zu einer solchen genaueren Bestimmung der Quantität des Wassers bediene ich mich einer Glasflasche mit eingeschliffenem Stöpsel, bestimme deren Gewicht bei + 15° zuerst leer und darauf mit destillirtem Wasser gefüllt, den Stöpsel so eingesetzt, dass keine Luftblase darin mehr sichtbar ist. Dies ist leicht zu erreichen, wenn man die Flasche bis oben an den Rand voll füllt, bevor der Stöpsel eingesetzt wird. Was dabei überfliesst, wird genau abgetrocknet. Die Flasche wird mit einem langen Trichter gefüllt, der eine enge Röhre hat, die bis auf den Boden reicht, und man beachtet, dass sich an den Seiten keine Blasen bilden, während sich das Niveau des Wassers erhöht. Bildet sich eine solche, so muss sie mit einem Glasstabe weggenommen werden. Man vermeidet die Blasen am besten, wenn man ein wenig von dem zuerst eingegossenen Wasser in der Flasche umherschwenkt, so dass die Innenseite derselben dadurch befeuchtet wird. Wenn das Gewicht der leeren und der mit destillirtem Wasser gefüllten Flasche bekannt ist, so wird das zu analysirende mit denselben Vorsichtsmaassregeln gewogen. Man erhält dabei zugleich das specifische Gewicht des Wassers, und wird diese Flasche als Maass angewandt, so hat man sowohl das Maass als auch das Gewicht des angewandten Wassers bestimmt. Die Flasche muss 500 bis 600 Grammen destillirten Wassers fassen, damit keine grössere Anzahl von wiederholten Abmessungen nöthig wird.

Wenn man die Flasche als ein Maass anwendet, welches mehrere Male gefüllt und geleert wird, z. B. behuf einer fortgesetzten Abdunstung des Wassers, so wird sie in das Abdunstungsgefäss ausgeleert, darauf mehrere Male mit ein wenig destillirtem Wasser ausgespült und dieses Spül-

wasser ebenfalls in das Abdunstungsgefäss gegossen. Auch der Stöpsel muss abgespült werden. Bevor die Flasche auf's Neue gefüllt wird, muss sie vorher inwendig mit Löschpapier mittelst eines Stahldraths abgetrocknet und darauf ein Strom von trockner Luft durch dieselbe geblasen werden. Enthielt das Wasser viel Gas, so muss es entweder 48 Stunden in der Luft gelassen werden, oder die Schaale wird zu Anfang der Abdampfung mit einem Glase bedeckt, von welchem das während des Aufbrausens Aufgespritzte abgespült werden kann. Man hat nicht nöthig, es völlig einzutrocknen, um das Gewicht des Rückstandes zu bestimmen, was in Betracht der Schwierigkeit, ihn ohne Verlust aus der Schaale herauszunehmen, fruchtlos wäre, wenn die Schaale nicht von einer solchen Grösse ist, dass sie erst mit der darin befindlichen trockenen Masse, und dann allein gewogen werden kann. Aber hierbei gewinnt man nicht viel, da die Masse noch viel Feuchtigkeit enthält, und nicht ohne Zerstörung des Extractivstoffs getrocknet werden kann, wodurch das Resultat der Wägung keinen Aufschluss gibt.

Indessen hat es seinen Nutzen, das Gewicht des Rückstandes, welchen das Wasser nach der Verdunstung direct zurücklässt, mit einiger Sicherheit zu kennen, weil es eine gute Controle für die Richtigkeit der übrigen Analyse ist. Zur Bestimmung des Gewichts von diesem Rückstande bediene ich mich eines gewogenen Platintiegels, in welchen eine Portion Wasser eingewogen wird, wobei der Tiegel mit seinem Deckel bedeckt werden muss, weil es sonst unmöglich ist, ihn ins Gleichgewicht zu bringen. Das Wasser wird darin im Wasserbade zur Trockne verdunstet, dann wieder neues Wasser eingewogen und damit fortgefahren, bis man ein hinreichendes Gewicht Rückstand erhalten hat. Dieser Rückstand wird darauf im Trockenapparate bei $+100^{\circ}$ in wasserfreier Luft getrocknet und im Exsiccator erkalten gelassen. Man trocknet die Masse dann weiter im Oelbade bei $+150^{\circ}$ und, wenn man will, auch bei $+200^{\circ}$. Nur auf diese Weise kann man das Resultat einigermaassen genau bekommen. Der Rückstand kann nicht ohne Verlust aus einer Schaale genommen werden und eine solche von grösserer Dimension kann nicht auf eine sichere und empfindliche Wage gesetzt werden. Der so in dem Tiegel

erhaltene Rückstand ist gewöhnlich immer zu gering, um zu weiteren analytischen Versuchen anwendbar zu sein.

Die Art der Untersuchung des Rückstandes vom eingedampften Wasser richtet sich danach, ob sie freies Alkali oder Erdsalze enthält. Ich werde diesen letzteren Fall zuerst voraussetzen.

A. Die Masse wird mit Alkohol übergossen, einige Stunden lang damit macerirt, auf einem gewogenen Filtrum abfiltrirt, indem man vermittelst Alkohol und mit Hülfe einer Feder so viel wie nur möglich aus der Schaale herauszubringen sucht, worauf sie auf dem Filtrum mit siedendheissem Alkohol, so lange dieser etwas auflöst, gewaschen wird. Die Auflösung in Alkohol enthält Chlorkalium und Chlornatrium, Chlorcalcium und Chlormagnesium, Extractivstoff, wovon sie mehrentheils eine rothe oder braungelbe Farbe hat, und aus einigen Wassern ein Harz, welches nach verschiedenen Quellen zu variiren scheint. Man dampft den Alkohol auf einer gewogenen gläsernen Schaale ab und wiegt den Rückstand. Er wird in Wasser aufgelöst, wobei das Harz zurückbleibt. Die Lösung in Wasser wird in einer Porcellanschaale zur Trockne verdunstet und der Rückstand darin mit einem passenden Pistill zu Pulver gerieben, wobei ein wenig wasserfreier Alkohol zugesetzt wird, um das Stäuben und Wegspringen von Theilen während des Reibens zu verhüten. Wenn er recht fein vertheilt ist, so wird mehr wasserfreier Alkohol zugesetzt. Dieser löst nun Chlorüre und salpetersaure Salze von Kalkerde, Talkerde und Lithion auf und lässt, wenn er richtig wasserfrei ist, die Chlorüre von Kalium und Natrium, so wie auch schwefelsaures, salpetersaures, kohlensaures und quellsaures Alkali zurück.

Die Alkohollösung wird abgeschieden und das Ungelöste mit wasserfreiem Alkohol gewaschen, die Alkohollösung bis zur Trockne verdunstet, das zurückbleibende Salz in Wasser aufgelöst, die Lösung mit kohlensaurem Natron vermischt und auf's Neue zur Trockne verdunstet. Wasser löst dann die Verbindungen der Säuren mit Natron und lässt kohlensaure Erden zurück.

Ich habe schon im Vorhergehenden ausführlich angegeben, wie Alkalien, Erden und Säuren getrennt und in

Betreff ihrer Quantität bestimmt werden, worauf ich verweise. Ich will nur bemerken, dass, wenn das in Alkohol Unlösliche braun ist, es Quellsäure, Quellsatzsäure oder Huminsäure enthält, oder auch ein wenig von allen diesen Säuren. Es ist dann am besten, das Alkali mit Essigsäure zu neutralisiren und die organischen Säuren, auf die im Th. VI. bei der Quellsäure angeführte Weise, mit essigsaurem Kupferoxyd zu fällen, die von dem Niederschlage abfiltrirte Flüssigkeit in einem Porcellangefäss zur Trockne abzudunsten, die Essigsäure zu verbrennen und das Salz mit Wasser auszuziehen, worin das Chlor dann auf die gewöhnliche Weise bestimmt wird.

B. Der Rückstand in der Schaale wird mit lauwarmem Wasser ausgespült, welches alsdann auf den im Filtrum (in *A.*) zurückgebliebenen, in Alkohol unlöslichen Rückstand gegossen wird, und man fährt fort, warmes Wasser zuzugiessen, so lange das Durchgehende noch etwas aufgelöst enthält. Was sich nun auflöst, besteht gewöhnlich in schwefelsauren Salzen von Kalkerde, Talkerde und Natron, selten von Kali. Diese werden auf die Art getrennt, dass erst ein Tropfen Ammoniak zugesetzt wird, um zu sehen, ob sich ein Niederschlag bildet, welcher dann für sich untersucht werden muss; hierauf werden die Erden mit kohlensaurem Natron, und die Schwefelsäure mit Chlorbarium niedergeschlagen, worauf die Berechnung nach den oben angeführten Grundsätzen gemacht wird.

C. Enthält die in Alkohol auflösliche Salzmasse zugleich salpetersaure Salze, so wird die Analyse verwickelt. Man muss dann für die Bestimmung der Salpetersäure eine besondere Einkochungsprobe machen, weil man sie gewöhnlich sowohl mit Erden als auch mit Alkali verbunden hat. Man fällt die Erden mit im Ueberschuss zugesetztem Natron aus, so dass die Salpetersäure in einer alkalischen Verbindung erhalten wird, welche eingetrocknet und auf die S. 153 angeführte Weise durch Glühen mit Chromoxyd und Kupfer, gleichwie bei der Analyse einer stickstoffhaltigen organischen Verbindung, zersetzt wird.

D. In den Wassern, worin man Gyps findet, muss man den in kaltem Wasser unaufgelösten Theil eine gute Weile mit dem 300fachen seines Gewichts Wasser, am besten in

kleinen Antheilen auf einmal, kochen. Das Wasser löst dann den Gyps auf. Die Auflösung wird abgedampft, und das Salz in einem offenen Platintiegel geglüht. Der Gyps hat gewöhnlich vor dem Glühen von Extractivstoff eine gelbliche Farbe.

E. Dasjenige, was weder mit Alkohol, noch durch nachher zugegossenes Wasser von der Schaale abgespült werden kann, wird mit ein wenig Salpetersäure abgelöst, worin man den in Wasser unauflöslichen, auf dem Filtrum in *B.* gebliebenen Theil auflöst. Es kann oft nützlich sein, noch vor der Auflösung dieser Masse den darin zurückgebliebenen Extractivstoff durch Glühen zu zerstören. Die saure Auflösung enthält Eisen, Mangan, Kalkerde und Talkerde, welche nach schon früher gegebenen Vorschriften getrennt werden. Dabei ist aber zu bemerken, dass wenn die Auflösung mit Salpetersäure geschehen ist, man nach Ausfällung der Kalkerde durch oxalsaures Ammoniak die Auflösung nur abzudampfen und den Rückstand zu glühen braucht, um die Talkerde ohne Weiteres zu bekommen. Sie muss dabei immer auf einen Rückhalt von Alkali und auf Kieselerde untersucht werden, und enthält gewöhnlich etwas von beiden, die als Doppelsilicat darin enthalten waren. In einigen Wassern findet man kohlensaure Strontianerde, Fluorcalcium, phosphorsaure Kalkerde und phosphorsaure Thonerde, wovon die im Ellenbogener Kreise in Böhmen befindlichen Mineralwasser, bei Carlsbad, Königswart und Eger, Beispiele sind. Man bekommt die Strontianerde in der Analyse mit der Kalkerde zugleich, und sie wird von dieser getrennt, wenn sie in Salpetersäure aufgelöst, zur völligen Trockne abgedampft und der Rückstand in absolutem Alkohol aufgelöst wird, welcher die salpetersaure Strontianerde unaufgelöst zurücklässt. Die Anwesenheit des Fluors wird entdeckt, wenn die in überschüssiger Salpetersäure aufgelösten Erden in einem mit einem reinen Uhrglase bedeckten Platintiegel abgedampft werden, worauf nach dem Eintrocknen der Masse Zeichen der Fluorwasserstoffsäure auf dem Glase sichtbar werden; aber es ist unmöglich, den Gehalt davon mit einiger Sicherheit zu bestimmen, besonders da er gewöhnlich äusserst geringe ist, und die Anwesenheit der Kieselerde die Bestimmung verwickelt macht.

Ist indessen die Menge der Fluorwasserstoffsäure nicht ausserordentlich gering, so kann sie folgendergestalt bestimmt werden. Der in Wasser unauflösliche Rückstand wird in nicht sehr verdünnter Salpetersäure aufgelöst, filtrirt und mit recht wenigem Wasser ein oder ein Paar Mal ausgespült, worauf man der sauren Flüssigkeit, die man nicht durch Abdampfen concentriren darf, einige Tropfen von aufgelöstem Kalihydrat zusetzt, mit der Vorsicht, dass die Säure so genau wie möglich gesättigt werde. Sollte Kali im Ueberschuss hinzugekommen sein, so müsste es mit Essigsäure neutralisirt werden. Nach einer Weile setzt sich ein gallertartiger Bodensatz ab, den man auf ein gewogenes Filtrum nimmt und mit Spiritus wäscht; dieser ist dann Fluorkieselkalium. Die phosphorsauren Erden werden mit dem Eisenoxyd durch Ammoniak niedergeschlagen. Die Thonerde wird mit Kali, welches auch seine Phosphorsäure aufnimmt, ausgezogen, und der phosphorsaure Kalk wird erhalten, wenn das Eisen mit einer, von kohlensaurem Kali freien Kalihepar abgeschieden wird. Die Salpetersäure hat Kieselsäure, die oft genug den grössten Bestandtheil unserer Quellwasser ausmacht, unaufgelöst zurückgelassen. Diese kann aber etwas Manganoxyd zurückhalten, und muss daher mit Chlorwasserstoffsäure geprüft werden.

Die Analyse alkalischer Wasser ist einfacher. Man dampft die in Wasser aufgelösten Salze bis zur Trockne ab, glüht und wiegt sie, worauf die Masse mit Essigsäure gesättigt und durch essigsauren oder salpetersauren Baryt, und, nachdem der Niederschlag abgeschieden ist, mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt wird. Hierbei ist jedoch zu bemerken, dass man vor dem Niederschlagen mit salpetersaurem Silber Salpetersäure zusetzen muss, damit kein essigsaures Silber niederfalle. Setzt man freie Salpetersäure von Anfang zu, so hält es schwer, die niedergeschlagene schwefelsaure Baryterde von salpetersaurer Baryterde zu befreien. Man berechnet hiernach den Gehalt an schwefelsaurem Salz und an Chlorverbindung; der Ueberschuss ist kohlensaures Alkali. Diese Wasser enthalten bisweilen phosphorsaure Salze. Man entdeckt diese, wenn das Silber mit Salzsäure niedergeschlagen, die Auflösung filtrirt und in einer zugepfropften Flasche mit kaustischem Ammoniak übersättigt

wird, wobei sich basische phosphorsaure Baryterde niederschlägt. Will man nachher auf Kali prüfen, so wird die Flüssigkeit zur Trockne abgedampft, und das Salz in einer Auflösung von kohlensaurem Ammoniak aufgelöst, die den Baryt unaufgelöst lässt, worauf das Ammoniak abgedampft, und das geglühte Salz nach bereits gegebener Vorschrift mit Platinauflösung behandelt wird. Zuweilen enthalten die alkalischen Wasser auch Lithion. Man kann es auf zweierlei Weise entdecken. Man sättigt das kohlensaure Alkali beinahe mit Phosphorsäure und dampft zur Trockne ab. Wenn man das Salz nachher in so wenigem Wasser als möglich auflöst, so bleibt ein weisses Pulver zurück, welches ein Doppelsalz von phosphorsaurem Natron und phosphorsaurem Lithion, und sehr wenig in Wasser auflöslich ist. Es enthält 12,32 p. C. Lithion. — Oder man sättigt mit Schwefelsäure, verjagt die überschüssige Säure durch Erhitzen und zieht das schwefelsaure Lithion mit Alkohol aus. Diese Versuche müssen aber mit einem eigenen, nur hierzu bestimmten Theil des Rückstandes angestellt werden.

Die nun angeführten Proben sind jedoch mehr als Erkennungsproben zu betrachten. Sie so anzustellen, dass die relativen Quantitäten aller Bestandtheile, einer nach dem andern, mit völliger Richtigkeit bestimmt werden können, ist wohl selten bei einer und derselben Masse ausführbar. Aber nachdem man auf diese Weise das Wasser untersucht und seine Bestandtheile aufgefunden hat, sucht man die Quantität eines jeden Bestandtheils in einer besonderen Portion von dem Wasser zu bestimmen, z. B. in einer oder in mehreren zusammengegossenen Maasflaschen davon.

Ist der Gehalt des Wassers so gering, dass dieses nicht thunlich ist, so lässt man eine grössere und genau abgemessene Quantität Wasser in einer Schaale verdunsten und giesst fortwährend hinzu, so dass die Masse nicht trocken wird. Enthält das Wasser Chlormagnesium, so wird dieses während der Verdunstung leicht zersetzt; man vermischt daher das Wasser mit einer genau abgewogenen Quantität kohlensauren Natrons. Dieser Zusatz ist auch dann sehr zweckmässig, wenn ein sehr geringhaltiges Wasser salpetersaure oder schwefelsaure Erdsalze enthält, weil man dann die Säure in der Natronverbindung angesammelt erhält.

Wenn man glaubt, eine hinreichende Menge Wasser-Rückstand erhalten zu haben, um ihn in mehrere Theile vertheilen zu können, so lässt man die Masse eintrocknen, aber nicht anders, als in der Wasserbadwärme, dann wird er mit destillirtem Wasser behandelt, bis sich alles darin Lösliche aufgelöst hat, der Rückstand mit kochendem Wasser gewaschen und dieses Waschwasser der Lösung zugefügt. Diese Lösung wird nun in eine Flasche gewogen. Dann nimmt man davon gewogene Theile: einen Theil zur Ausfällung der Schwefelsäure, einen anderen zur Bestimmung des Chlors, einen dritten zur Abscheidung der Quellsäure u. s. w. Alle diese Theile werden vorher nach ungleichen Umständen mit Salpetersäure, Salzsäure oder Essigsäure gesättigt.

Enthält das Wasser kohlensaures Alkali, so wird ein Theil davon mit neutraler salpetersaurer Kalkerde vermischt und verdunstet. Die dabei abgeschiedene kohlensaure Kalkerde wird gut ausgewaschen, in Salzsäure aufgelöst, in Gyps verwandelt und nach dem Glühen als schwefelsaure Kalkerde gewogen, wonach dann die Quantität des kohlensauren Alkali's berechnet werden kann. Andere Portionen werden zur Aufsuchung von Lithion bestimmt, so wie auch zur Bestimmung der Quantität von Kali und Natron. Mit einem Wort, jeder Bestandtheil wird in einer besonderen Portion gesucht, die entweder von dem Wasser selbst oder von dessen eingekochtem Rückstand genommen worden ist.

Der Theil des Rückstandes von dem eingekochten Wasser, welcher von Wasser nicht wieder aufgelöst wurde, wird in verdünnter Salzsäure aufgelöst und die Lösung eingetrocknet, um darin die Kieselsäure unlöslich zu machen, worauf man ihn mit ein wenig Salzsäure anfeuchtet und auf's Neue in Wasser auflöst. Diese Lösung wird mit kaustischem Ammoniak gesättigt. Der Niederschlag, welcher vielleicht entsteht, kann phosphorsaure Thonerde, phosphorsaure Kalkerde und Eisenoxyd sein. Wie diese getrennt werden, ist bereits im Vorhergehenden angeführt worden. Was Ammoniak nicht fällt, ist Kalkerde und Talkerde. Die erstere wird mit oxalsaurem Ammoniak ausgefällt, die Flüssigkeit darauf zur Trockne verdunstet und der Rückstand zur Zerstörung der Oxalsäure und Verflüchtigung des Salmiaks geglüht. Der Rückstand wird mit Wasser behandelt, welches

die Talkerde zurücklässt. Die Lösung in Wasser enthält oft, ausser ein wenig Chlormagnesium, eine Spur von Chlorkalium oder Chlornatrium, welche in einer unlöslichen Gestalt als Doppelsilicate von Kalk und Alkali zurückgehalten waren. Diese Lösung wird mit ein wenig reinem Quecksilberoxyd eingetrocknet und das Quecksilber wieder verflüchtigt, worauf Wasser das alkalihaltige Salz auflöst und Talkerde zurücklässt.

Ohne eine ganz besondere Einkochungsprobe für die Bestimmung der Kieselsäure erhält man den Gehalt von dieser in dem alkalischen Wasser schwerlich richtig. Man setzt dann gegen das Ende der Verdunstung Salzsäure im Ueberschuss hinzu, verdunstet damit zur Trockne und zieht den Rückstand mit Salzsäure und Wasser aus, wobei die Kieselsäure ungetheilt zurückbleibt. Ihr Gehalt ist nicht gross, aber gerade aus diesem Grunde kann ein sonst sehr geringer Fehler einen bedeutenden Bruch von diesem Gehalt ausmachen.

Hat man keine Gelegenheit, seine Versuche in der Nähe der Quelle, deren Wasser untersucht werden soll, anzustellen, sondern muss man sie mit dem versandten Wasser machen, so muss man das Wasser auf grössere Flaschen von weissem Glas klar füllen, die mit gut schliessenden Glasstöpseln versehen sind und die der weiteren Sicherheit wegen mit feuchter Ochsenblase fest überbunden werden. Während des Transports setzt das Wasser nicht selten Stoffe im Glase ab, die mit in Berechnung genommen werden müssen und die man nicht in Flaschen von dunklem Glas sieht. Auch in Flaschen von klarem Glas sieht man diesen Absatz oft nicht eher, als bis die Flasche nach dem Ausleeren im Innern zu trocknen anfängt. Dieser Absatz wird auf die Weise aufgelöst, dass man ein wenig concentrirte Salzsäure in die Flasche giesst und über alle Puncte der Innenseite der Flasche fliessen lässt, dann ein wenig Wasser hinzufügt, die saure Lösung herausfliessen lässt und das, was ungelöst sitzen geblieben ist, mit Wasser und einer Federfahne los macht. Gewöhnlich ist es eine Verbindung von Kieselsäure mit Eisenoxyd und kohlensaure Erden, welche diesen Absatz im Innern der Flasche bilden.

Um

Um solche Stoffe zu bekommen, die in dem Wasser in sehr geringer Menge enthalten sind, z. B. Jod, Brom, Fluor, Strontianerde, Thonerde, Phosphorsäure u. s. w., lässt man an der Quelle 2- bis 3000 Kannen Wasser oder noch mehr abdampfen. Dieses kann in einem reingescheuerten kupfernen Kessel, der 50 bis 100 Kannen fassen kann, geschehen. Während der Verdunstung wird dieser Kessel mit Leinwand überbunden und, wenn ²/₃ des eingegossenen Wassers verdunstet sind, neues wieder zugegossen. Die zuletzt übrigbleibende Mutterlauge wird in einem Gefäss von Porcellan, Silber oder Platin im Wasserbade bis zur Trockne eingekocht. Was dann in dem kupfernen Kessel ungelöst bleibt, wird mit verdünnter und vorher durch Kochen von atmosphärischer Luft befreiter Salzsäure, welche das Metall dann nicht angreift, herausgespült. Wäre dieses geschehen, so wird das Kupfer aus der filtrirten Lösung durch Schwefelwasserstoff ausgefällt. Diese saure Lösung enthält oft phosphorsaure Thonerde, phosphorsaure Kalkerde, Fluorcalcium, kohlensaure Strontianerde u. s. w., welche sich während der Verdunstung abgesetzt haben.

Ehe ich die Abdampfungsprobe verlasse, habe ich noch eines Bestandtheils schwefelhaltiger Wasser zu erwähnen, welcher in dieser Aufstellung nicht vorgekommen ist, den man aber zuweilen antrifft. Basse und Westrumb entdeckten ihn im Jahre 1805 in den schwefelhaltigen Quellen von Hameln, und nannten ihn *Stinkharz*. Man kocht das Wasser in einer mit Vorlage versehenen Retorte ein; übergiesst die bis nahe zur Trockne gebrachte Masse mit Alkohol, welcher dieses Stinkharz, nebst den in Alkohol auflöslichen Salzen, auflöst. Die Alkoholauflösung wird abgeschieden, mit ein wenig Wasser vermischt und abdestillirt. Nach dem Verjagen des Alkohols bleibt dieses Harz als ein gelbliches Oel auf dem Wasser schwimmend zurück. Dieses Oel zersetzt sich in der freien Luft, wird in eine harzartige, kohlehaltige Substanz verwandelt und setzt Schwefel ab. Sie hat einen höchst unangenehmen, stinkenden Geruch, wird aus ihrer Auflösung in Alkohol von Wasser niedergeschlagen, aber ist in reinem Wasser höchst schwer auflöslich. Die Auflösung in Alkohol reagirt sauer.

Dieses Stinkharz besteht aus einer harzartigen, mit

Schwefel und Schwefelwasserstoff verbundenen Masse, ihrer Natur nach derjenigen ähnlich, welche man erhält, wenn Oele oder Harze mit Schwefel zusammengeschmolzen werden. Man soll es auch erhalten, wenn man Schwefelkalium in kochendem Alkohol auflöst, Kalium und Schwefel mit der zur Sättigung des Alkali's erforderlichen Menge Schwefelsäure niederschlägt, dann die filtrirte Auflösung mit sehr wenigem Wasser vermischt und sie abdestillirt; der Alkohol wird zersetzt und es bildet sich eine ähnliche schwefelhaltige Harzmasse *). — Ich verweise übrigens auf noch einen organischen Bestandtheil der Wasser Th. VIII. p. 474.

Untersuchung der gasförmigen Bestandtheile der Mineralwasser.

Die Kohlensäure, welche das Wasser enthält, ist darin theils mit Basen zu Bicarbonaten verbunden, theils frei in dem Wasser aufgelöst. Man hat zwei Proben zu machen, um zu bestimmen, wie viel Kohlensäure darin frei, und wie viel an Basen gebunden ist.

Die gebundene Kohlensäure wird erhalten, wenn man ein bestimmtes grösseres Volum, z. B. 5 Kannen, Wasser mit einer Auflösung von neutralem salpetersauren Bleioxyd im Ueberschuss vermischt. Die kohlensauren Salze wechseln dann ihre Kohlensäure mit dem Bleioxyd aus, welches niederfällt, worauf man es sammelt, abwäscht, trocknet und wiegt. Enthält das Wasser keine schwefelsauren Salze, so reicht es hin, das Gewicht des Niederschlags zu bestimmen.

---

*) Dieses sogenannte Stinkharz der Schwefelwasser entsteht offenbar erst beim Abdampfen aus dem Schwefelwasserstoff und einer in diesen Wassern enthaltenen bituminösen Substanz, die vielleicht gerade die Ursache der Bildung des Schwefelwasserstoffs aus den schwefelsauren Salzen dieser Quellen sein kann. Im Nenndorfer Wasser ist sie leicht durch den Geruch zu erkennen. Fällt man daraus durch etwas Zinkvitriollösung den Schwefelwasserstoff und schüttelt stark um, so kommt sehr deutlich ein bituminöser, petroleumartiger Geruch zum Vorschein. Aller Schwefel, der sich aus dem Nenndorfer Wasser in den Reservoirs absetzt, enthält dieses Bitumen beigemengt, das auch in dem Kalkstein der umgebenden Gebirgsformation allgemein verbreitet ist. W.

Im entgegengesetzten Fall muss der Kohlensäuregehalt nach bereits gegebenen Vorschriften auf nassem oder trocknem Wege bestimmt werden. Wird dieser Gehalt verdoppelt, so gibt er die Kohlensäure, welche in den Bicarbonaten gebunden enthalten war.

Die Quantität der freien Kohlensäure erfährt man, wenn eine eben so grosse Quantität Wasser mit basischem essigsauren Bleioxyd in einer grossen verschlossenen Flasche ausgefällt wird. Der Niederschlag wird mit der Vorsicht gesammelt, dass er sich nicht durch die Kohlensäure der Luft vermehre, indem diese aus dem Ueberschuss des Fällungsmittels, welches in der ausgefällten Flüssigkeit enthalten ist, kohlensaures Bleioxyd niederschlägt. — Der Niederschlag enthält kohlensaures Bleioxyd und basisches Chlorblei, welches während des Trocknens Kohlensäure anzieht und deshalb nicht gewaschen und getrocknet werden darf, sondern sogleich auf nassem Wege auf seinen Kohlensäuregehalt untersucht werden muss. Wenn die gebundene Kohlensäure aus dem ersten Versuch bekannt ist und man diese von dem ganzen Kohlensäuregehalt abzieht, so bleibt der Gehalt an freier Kohlensäure übrig.

Man pflegte sonst das Kohlensäuregas durch Kochen auszutreiben und sein Volum zu messen, oder damit eine mit kaustischem Ammoniak vermischte Lösung von Chlorcalcium oder Chlorbarium zu fällen; aber es ist unmöglich auf diese Weise ein einigermaassen richtiges Resultat zu erhalten, denn in einer so verdünnten Flüssigkeit weiss man nicht, wann die Kohlensäure aus den Bicarbonaten ausgetrieben ist, und es wird nöthig, die Hälfte des Wassers abzudestilliren, um völlig sicher zu sein, dass sie gänzlich ausgetrieben sei.

Gase, die nicht durch Fällung bestimmt werden können, müssen durch Kochen ausgetrieben werden, wie z. B. Stickgas, Sauerstoffgas, Kohlenwasserstoffgas in Minimum. Man wendet dann einen Glasballon von bekanntem Volum an. Derselbe wird ganz gefüllt und mit einem Kork verschlossen, der mit einem, ebenfalls mit Wasser gefüllten Gasentwickelungsrohr versehen ist. Der Ballon wird in einer Sandcapelle bis zum Kochen erhitzt und das Gas in einer graduirten Glocke, die mit einer verdünnten Lauge von Kalihydrat

gefüllt ist, aufgefangen. Dadurch, dass der Ballon und das Rohr mit Wasser gefüllt sind, bekommt man kein fremdes Gas eingemengt. Aber es wird in Folge der Ausdehnung beim Erhitzen und Kochen ein Theil vom Wasser aus dem Ballon ausgetrieben, ohne dass dieses seinen ganzen Gasgehalt verloren hat, wodurch allerdings ein Fehler entsteht, der sich schwerlich vermeiden lässt. Nach 10 bis 12 Minuten langem Kochen sind diese Gase ausgetrieben, wenn auch Kohlensäuregas noch zurückgeblieben sein kann. Nachdem das Gas gemessen worden ist, wird es zur näheren Untersuchung seiner Natur über Quecksilber ausgefüllt.

Hepatische Wasser können Schwefelalkali, ein Sulfhydrat und freien Schwefelwasserstoff enthalten. Wären sie von Carbonaten frei, so würde eine Lösung von schwefelsaurem Zinkoxyd daraus nur so viel Schwefelzink ausfällen, als dem Schwefelalkali entspricht; der Schwefelwasserstoff würde keinen Niederschlag bilden; aber sie enthalten immer kohlensaure Salze.

Um den Gehalt von Schwefelwasserstoff in einem Wasser zu finden, und zwar den mit inbegriffen, welcher durch Zersetzung des Schwefelalkali's entsteht, verfährt man auf folgende Weise: Eine grosse Flasche, wie die nebenstehende Figur, deren Inhalt mit aller Genauigkeit bestimmt worden ist und nicht weniger als 2-300 Cub. Zoll betragen darf, wird mit einem schliessenden Kork versehen, durch welchen zwei Röhren gehen, wovon die eine *ba* bis auf den Boden der Flasche reicht, die andere *dc* sehr eng ist und sich sogleich auf beiden Seiten des Korks endigt. Wird diese Flasche an eine Stange befestigt und damit bis auf den Boden der Quelle geführt, so füllt sie sich mit Wasser, indem es durch *ba* einfliesst, während die in der Flasche befindliche Luft durch *da* herausdringt. Dadurch, dass *ba* bis auf den Boden reicht, fliesst das Wasser ohne Sprudeln hinein, wodurch sonst leicht ein Theil des Gasgehalts in der Luft abdunsten und mit dieser ausgetrieben werden würde. Um aber einen solchen Verlust noch sicherer zu vermeiden, hat man vorher in die Flasche ein genau abgemessenes Volum einer Lösung von essig-

saurem Zinkoxyd gegossen, mit so viel überschüssiger Essigsäure versetzt, dass durch die kohlensauren Salze kein kohlensaures Zinkoxyd gefällt werden kann. Wenn durch *dc* keine Luftblasen mehr an die Oberfläche des Wassers der Quelle aufsteigen, so ist die Flasche gefüllt und wird herausgezogen. Beim Eindringen vermischt sich das Wasser mit der Zinklösung, so dass, wenn die Flasche heraufgezogen wird, der Schwefelwasserstoff schon gefällt ist, und nichts davon aus der Oberfläche des Wassers während der Fällung abdunsten konnte. Man lässt dann die Flasche eine halbe Stunde lang stehen, zieht den Kork ab, lässt das nicht ausgefällte Wasser, welches in dem längeren Glasrohr enthalten ist, aus diesem ausfliessen, spült den Kork und das Rohr mit ein wenig destillirtem Wasser ab, und lässt die Flüssigkeit sich in der Flasche klären. Das Schwefelzink wird auf ein gewogenes Filtrum genommen, gewaschen, bei + 100° in wasserfreier Luft getrocknet und aus seinem Gewicht das des Schwefelwasserstoffs berechnet. Ist die Quantität des Schwefelzinks so bedeutend, dass sich damit noch ein besonderer Versuch anstellen lässt, so wird es entweder in Zinkoxyd oder in schwefelsaures Zinkoxyd verwandelt, in diesem Zustande nach dem Erhitzen bis nahe zum Glühen gewogen, und daraus der Gehalt an Schwefelzink berechnet. Das Schwefelzink hält hartnäckig ein wenig Wasser zurück, welches sich bei + 100° daraus nicht austreiben lässt. Bei einigen wenigen Milligrammen Schwefelzink gibt dieser Wassergehalt einen geringeren Fehler, als der Beobachtungsfehler in der Wägung ist. Hat man aber einen oder mehrere Centigrammen erhalten, so wird das Filtrum im Porcellantiegel verbrannt und der Rückstand in Königswasser aufgelöst, worauf man aus der Lösung das Zinkoxyd durch kohlensaures Alkali abscheidet, oder man vermischt die Lösung nach dem Filtriren mit Schwefelsäure, verdunstet die Flüssigkeit in einem gewogenen Porcellantiegel im Wasserbade, bis nur noch der Ueberschuss von Schwefelsäure übrig ist, dampft diesen über der Spirituslampe weg, ohne das Salz bis zum Glühen kommen zu lassen, und wiegt das dann zurückgebliebene schwefelsaure Zinkoxyd.

Wöhler bedient sich einer Lösung von salpetersaurem

Silberoxyd, die mit kaustischem Ammoniak vermischt ist; dadurch werden Schwefelsilber und kohlensaure Erden ausgefällt, welche letztere aus dem Schwefelsilber durch eine verdünnte Säure ausgezogen werden. Wenn das Wasser Chlorüre enthält, so enthält der Niederschlag auch Chlorsilber, welches durch das mit dem Wasser zu sehr verdünnte Ammoniak nicht aufgelöst gehalten wird. Dieses muss dann mit Ammoniak aus dem Niederschlage ausgewaschen werden, bevor man die Erden daraus auflöst. Auch ich habe mich früher dieser Verbindung, so wie auch des mit ein wenig freier Säure versetzten schwefelsauren Kupferoxyds bedient, aber diese beiden Schwefelmetalle befestigen sich oft auf der inneren Seite des Glases in Gestalt von dunklen Häuten, so dass man sie nur mit chemischen Mitteln wieder ablösen kann, während dagegen das Schwefelzink in leichten weissen Flocken, ungefähr wie Thonerde, niederfällt.

Ganz kürzlich hat Pasquier noch eine andere Bestimmungsmethode des Gehalts an Schwefelwasserstoff in einem Wasser vorgeschlagen. Er löst ein bestimmtes Gewicht Jod in einem bestimmten Volum Alkohol auf, vermischt ein bestimmtes Volum von dem Wasser mit einer Lösung von Stärke in kochendem Wasser und tropft die Jodtinctur aus einer graduirten Pipette, Tropfen für Tropfen, in das Probewasser, bis dass dieses anfängt, sich in's Blaue zu ziehen, ein Beweis, dass das eingetropfte Jod allen vorhandenen Schwefelwasserstoff zersetzt hat. Das Volum der verbrauchten Tinctur zeigt, wie viel Jod nöthig war, und hiernach wird die Quantität des Schwefelwasserstoffs berechnet.

Dieser Versuch führt zu einem falschen Resultat. Das Jod wird in Alkohol nicht so aufgelöst, wie ein Salz in Wasser. Es wirkt auf die Bestandtheile des Alkohols ein, es entsteht eine organische Jodverbindung und Zweifach-Jodwasserstoff, wobei nur die Hälfte von dem Jodgehalt des letzteren den Schwefelwasserstoff zersetzt. Aber das Princip ist anwendbar, wenn man das Jod in einer Lösung von Salmiak oder Jodammonium auflöst, so dass ein bestimmtes Gewicht Jod in einem bestimmten Volum von der Lösung enthalten ist. Wenn man diese Lösung nach Pasquier's Methode anwendet, so wird das Resultat wahrscheinlich richtig.

Die meisten schwedischen Wasser, die ich untersucht habe, enthielten Kohlensäuregas und gerade so viel Stickstoffgas, als das Wasser gewöhnlich zu enthalten pflegt. Das Wasser zu Porla macht jedoch eine Ausnahme davon, weil es so mit Stickgas, ohne Spur von Sauerstoffgas, imprägnirt ist, dass es, so wie es in der Ader dem Boden der Quelle näher kommt und der Druck verringert wird, in Gasform aufsteigt und grössere oder kleinere Blasen bildet, die aus einem Gemenge von 7 Th. Stickgas auf 1 Th. Kohlensäuregas, nebst ein wenig Kohlenwasserstoffgas, bestehen. Das Kohlensäuregas ist jedoch wahrscheinlich nur im Stickgase während seines Aufsteigens abgedunstet, weil das Wasser nicht so viel vom ersteren enthält, als es bei seiner Temperatur vom reinen Gase behalten kann, was doch der Fall sein müsste, wenn reines Kohlensäuregas schon vom Boden der Quelle aus in diesen Gasblasen aufsteigen würde.

Analyse von Theilen von Pflanzen und Thieren.

Es ist hier nicht die Rede von der Elementar-Analyse, die bereits im VI. Bande abgehandelt worden ist, sondern es sollen hier nur in der Kürze die Methoden angedeutet werden, deren man sich für die Scheidung derjenigen organischen Körper bedient, welche mit einander verbunden oder vermischt in Theilen von Pflanzen oder Thieren vorkommen.

Diese Art von Analyse gehört zu den Arbeiten, die am schwierigsten so zu beurtheilen sind, dass daraus richtige Resultate hervorgehen. Man hat dafür keine speciellen Regeln, sondern nur einen allgemeinen Plan, in dessen Einzelnheiten dann von dem Urtheile des Chemikers die Abänderungen zu machen sind, welche die eigenthümlichen Charactere der vorhandenen Stoffe zu ihrer Abscheidung erfordern. Dies wird dabei noch dadurch sehr erschwert, dass bei solchen Arbeiten neue, unbekannte Körper vorkommen, deren Eigenschaften erst studirt werden müssen, bevor man eine Methode für ihre quantitative Abscheidung findet.

Den Analysen von Thier- und Pflanzentheilen muss die Aufsuchung von bekannten Bestandtheilen von Pflanzen und Thieren vorangehen, und nachher Versuche, um zu finden,

ob nicht auch unbekannte darin vorkommen. Dieses Aufsuchen geschieht nach einem allgemeinen Plan, den ich hier angeben will. Untersuchungen dieser Art zeigen sich anfänglich als ganz leicht, es gehört keine gewöhnliche Kunst dazu, die Wurzel von einer Pflanze in Holz, Harz, Fett, in Alkohol und Wasser löslichen Extractivstoff, nur in Wasser löslichen Extractivstoff, in Albumin, Gummi, Stärke, Zucker, Salze u. s. w., zu zerlegen. Aber diese Leichtigkeit ist sehr trügerisch, denn die Schwierigkeit beginnt erst gerade dann, wenn man dem abgeschiedenen Stoff seinen bestimmten Namen geben will; es gibt eine grosse Anzahl von Harzen, von Gummi, von Stärke, und oft gibt man den Namen eines bekannten Körpers einem anderen, der damit einige Aehnlichkeit hat, der aber weit entfernt ist, damit identisch zu sein. Was die Chemiker, unter dem Namen Extractivstoff, als einen besonderen Körper aufgeführt haben, ist oft ein Gemisch von mehreren verschiedenen Körpern gewesen, die darin mit einander übereinkommen, dass sie in Wasser leicht löslich sind und eine extractähnliche Masse bilden, wenn das Wasser davon abgedunstet wird. Aus diesen Extractivstoffen schiessen oft erst nach Verlauf von Monaten andere Körper an, die durch andere verhindert wurden, sogleich eine regelmässige Gestalt anzunehmen; aber oft sind diese Krystallisationen auch die Folge von Metamorphosen, welche das Extract auf Kosten der Luft erleidet. Es gibt kaum eine Art von chemischer Untersuchung, wobei die Unsicherheiten so gross und so unüberwindlich sind, wie bei dieser.

Im Allgemeinen muss man sich erinnern, dass jeder organische lebende Körper eine Menge von Bestandtheilen gemein hat mit denen, welchen er am meisten ähnlich ist, aber auch andere, die entweder auf den specifischen Verschiedenheiten beruhen oder deren Ursache sind, wodurch er von ihnen abweicht, und diese sind nicht nur ganz eigne Arten von Körpern, sondern sie sind auch nicht selten von gemeinschaftlicher Art, aber von ungleich modificirten Eigenschaften, z. B. die verschiedenen Stärkearten in den Samen der Gräser, in den Wurzeln von Inula, Georgina, Taraxacum, Cetraria islandica, Lichen fraxineus u. s. w., die doch alle gleiche Zusammensetzung und gleiches Atomgewicht

haben. Das Resultat der Analyse muss alle diese Verschiedenheiten angeben und man findet dann leicht, dass, wenn diese Untersuchungen so gemacht werden sollen, dass unsere Kenntnisse mit sicheren Angaben bereichert werden, sie Geduld, ausgedehnte Erfahrung von den Eigenschaften und Kennzeichen der organischen Körper und viel Urtheil erfordern.

Zuweilen geschieht es bei unseren Versuchen, zu analysiren, d. h. die Körper zu scheiden, welche vorhanden sind, dass Metamorphosen hervorgebracht und dadurch ganz andere Körper neu gebildet werden; es kommt dann darauf an, das Product nicht für Educt zu nehmen.

Es ist von grosser Wichtigkeit, die Erkennungsproben quantitativ zu machen, d. h., sowohl die Probe selbst, als auch das, was man daraus auszieht, zu wiegen, weil man dann leicht bemerkt, ob etwas der Aufmerksamkeit entgangen ist, dem dann weiter nachgeforscht werden muss. Indessen erst nachdem man einige Erkennungs-Analysen gemacht hat, kann man seinen Plan für eine einigermaassen richtige quantitative Analyse machen.

Organische Körper enthalten viel Wasser. Um einen richtigen Begriff von den relativen Quantitäten zu bekommen, muss dieses Wasser durch Trocknen weggeschafft werden. Das Trocknen wird am besten bei gewöhnlicher Lufttemperatur im luftleeren Raume oder in einem Exsiccator verrichtet. Viele von ihnen werden beim Zutritt der Luft metamorphosirt; bei diesen muss der Exsiccator, wie bei diesem Instrumente angegeben ist, mit Wasserstoffgas gefüllt werden. Ist auf diese Weise der grösste Theil des Wassers entfernt, so geschieht das letzte Trocknen in einer tubulirten Retorte mit tubulirter Vorlage, wodurch trocknes Wasserstoffgas geleitet wird, während man die Retorte bei +130° in einem Oelbade erhält, so lange sich noch etwas Feuchtigkeit in dem Halse derselben abzusetzen scheint. Das Wasserstoffgas muss zuerst über Platinschwamm und dann über Chlorcalcium geleitet werden, bevor man es in die Retorte strömen lässt, damit es kein Sauerstoffgas mitführt.

Vergisst man diese Vorsichtsmaassregel, so ist schon die getrocknete Masse mit Producten der Metamorphose

erfüllt, entstanden durch den gemeinschaftlichen Einfluss der Luft und des Wassers. Beginnt man das Trocknen in Wasserstoffgas bei einer höheren Temperatur, so hat man oft durch das Kochen in dem Wasser, welches entfernt werden soll, Metamorphosen hervorgebracht, wobei Stoffe, die in besonderen Zellen der Probe abgelagert sind, aufgelöst und verbunden werden und dann nicht mehr geschieden werden können, oder es werden neue Producte gebildet, wie dies der Fall ist bei der Erzeugung von Bittermandelöl und Senföl. Die höhere Temperatur darf also nicht eher angewendet werden, als bis alles Wasser fort ist, welches die Probe bei gewöhnlicher Lufttemperatur verlieren kann. Viele Stoffe vertragen nicht das Trocknen in der Wärme, sondern sie verändern sich dabei, auch bei Ausschluss von Sauerstoff; flüchtige Stoffe entweichen, Albumin geht in den coagulirten und unlöslichen Zustand über. In solchen Fällen trocknet man die Probe nur bei gewöhnlicher Lufttemperatur und bestimmt das dabei zurückbleibende Wasser an einem besonderen Theil davon bei + 130°.

Der Plan für Analysen von Theilen von Pflanzen und Thieren besteht darin, dass man sie nach einander mit verschiedenen Lösungsmitteln behandelt, als: mit Aether, Alkohol, kaltem Wasser, kochendem Wasser, verdünnten Säuren, verdünnten Alkalien u. s. w. Die Ordnung, in welcher diese nach einander angewendet werden, ist nicht gleichgültig; nach dem Trocknen müssen die nicht wasserhaltigen Lösungsmittel angewendet werden, wobei man gewöhnlich immer mit Aether anfängt. Nach der Anwendung von Wasser kommt entweder Säure oder Alkali. Es ist nicht leicht im Voraus zu bestimmen, welches Lösungsmittel am besten zuerst anzuwenden sei. Säuren lösen viele in Wasser unlösliche Salze auf, aber sie zersetzen andere, mit Zurücklassung einer unlöslichen Säure. Alkalien zersetzen fast alle Salze mit Zurücklassung der Base, welche dann von Säuren aufgenommen wird. Das eine kann in einem, das andere in einem anderen Fall den Vorzug verdienen.

In Rücksicht auf die Zerkleinerung muss ich bemerken, dass die beste Methode derselben darin besteht, dass man die Probe, nachdem sie bei gewöhnlicher Lufttemperatur getrocknet worden ist, wozu sie nicht zerkleinert angewandt

wird, entweder mit einer groben Raspel raspelt, oder auf einem Reibeeisen zerreibt, oder dass man sie zerhackt. Pulverisirung im Mörser ist selten ausführbar, und feines Pulver ausserdem weniger leicht mit Lösungsmitteln auf die hier nöthige Weise zu extrahiren. Geschieht die Zerkleinerung der Probe, wenn sie noch ihren vollen Gehalt an natürlichen Säften hat, so beginnt schon die Metamorphose auf Kosten der Luft, ehe man das Trocknen bei Ausschluss von Sauerstoffgas anfängt. Das so mechanisch Zerkleinerte wird dann zum weiteren Austrocknen anfangs im luftleeren Raume oder im Exsiccator in Wasserstoffgas und darauf in einer Retorte bei + 130° verweilen gelassen.

Ich werde nun einige Worte über die Anwendung der verschiedenen Lösungsmittel anführen.

1. *Aether.* Dieser wird theils wasserfrei, theils wasserhaltig angewandt. Es lässt sich nicht immer voraussagen, wo der wasserhaltige zweckmässiger sein wird. Kann dieses nicht geschehen, so ist es immer am besten, den wasserfreien anzuwenden.

Der Aether löst fette und flüchtige Oele, mehrere, aber nicht alle Arten von Harzen, freie Gerbsäure und viele andere Pflanzenstoffe auf.

Das Ausziehen sowohl mit Aether, als auch mit Alkohol geschieht am besten in einem Apparat, den man den Robiquet'schen Extractions-Apparat nennt, beschrieben im Th. VI. bei der Bereitung der Eichengerbsäure. Aber zu Analysen macht man sich diesen Apparat von geringerer Dimension. Man nimmt ein Glasrohr von 3/4 Zoll innerem Durchmesser, zieht dieses an einem Ende zu einem feineren, aber nicht zu dünnen Rohr von 3 bis 4 Zoll Länge aus, oder man löthet daran ein schmales Rohr von 1/8 Zoll innerem Durchmesser. Dann schneidet man das weitere Rohr 10 bis 12 Zoll von der Löthungsstelle ab und bildet eine Flaschenöffnung daran, so dass es verkorkt werden kann. Das Rohr hat dann das Ansehen der nebenstehenden Figur. Bei *a* wird ein wenig Baumwolle gesteckt, das Rohr mit seinem Kork auf der Waage in's Gleichgewicht gebracht, und die getrocknete und geraspelte Probe eingewogen. Das Rohr darf mit

a

der Probe, wenn diese darin angemessen fest gedrückt ist, nur ungefähr halb voll gefüllt sein. Nachdem es dann vermittelst eines durchbohrten Korks, durch welchen das dünne Ende des Rohrs gesteckt ist, auf eine andere trockne Flasche gesetzt ist, wird es mit Aether beinahe voll gegossen und lose verschlossen. Der Aether dringt allmälig in der Probe herab; wenn diese damit getränkt ist, wird neuer Aether aufgegossen und das Rohr dann so verschlossen, dass der Aether nicht niedersinken kann. So lässt man es dann 12 Stunden lang stehen, worauf man beide Körke so weit lüftet, dass der Aether in die untergesetzte Flasche nur tropfenweise abfliessen kann. Sobald dies geschehen ist, wird das Rohr auf's Neue mit Aether gefüllt und damit fortgefahren, bis der durchgehende Aether nichts mehr auflöst, was erkannt wird, wenn man einen Tropfen auf ein Uhrglas fallen lässt, von dem er dann ohne Rückstand verdunstet.

Die Aetherlösung wird in eine kleine gewogene und tubulirte, mit Vorlage versehene Retorte oder in einen kleinen Kolben (siehe *Destilliren*) gegossen und abdestillirt. Die Retorte braucht nur einen Theil der Lösung aufnehmen zu können, nach Abdestillirung des grössten Theils wird in die Retorte von der Aetherlösung nachgegossen und zuletzt wird die Flasche mit reinem Aether einige Male nachgespült und auch dieser Aether in die Retorte gegossen. Ich mache diese Destillation auf die Weise, dass ich die Retorte in eine Porcellanschaale mit Wasser lege, unter welche eine Oellampe mit einfachem Docht gestellt wird, und zwar in einer Entfernung, dass das Wasser in der Schaale ungefähr $+ 40^{\circ}$ warm wird. Die Destillation wird besonders erleichtert, wenn man einige Körner Osmium-Iridium in die Retorte legt, die mit der Retorte gewogen worden sind. Nachdem der Aether so weit abdestillirt worden ist, dass die Masse in der Retorte nicht mehr fliesst, bringt man das Wasser in dem Bade zum Kochen und, wenn dabei kein Aether mehr übergeht, erhitzt man die Retorte im Oelbade bis zu $+ 130^{\circ}$ und erhält sie dann in dieser Temperatur so lange, bis kein Geruch nach Aether mehr bemerkt wird. Dann wird die Retorte aussen gut von Oel gereinigt und gewogen. Man hat dann das Gewicht von dem, was der Aether ausgezogen hat.

Jetzt setzt man wieder so viel Aether hinzu, als zur Wiederauflösung der Masse erforderlich ist. Die Lösung wird in ein Gefäss gegossen, welches Wasser enthält, und die Retorte gut mit Aether nachgespült, so dass nichts von der Aetherlösung darin zurückbleibt, wobei man genau darauf achtet, dass nichts am Tubulus herabfliessen kann, was immer schwer zu vermeiden ist.

Die Aetherlösung wird nun über dem Wasser in einer Wärme verdunstet, die nicht $+30^{\circ}$ übersteigt; auf diese Weise zieht nun das Wasser aus, was der Aether von in Wasser löslichen Stoffen aufgenommen haben konnte, und was durch Behandlung des Aether-Rückstandes mit Wasser allein unmöglich völlig ausgezogen worden wäre. Nach der Verdunstung des Aethers wird das Wasser im Wasserbade so stark wie möglich erhitzt, dann erkalten und klären gelassen und abgegossen. Der Rückstand wird noch einmal mit kochendem Wasser übergossen, was darauf der Wasserlösung zugefügt und mit dieser in einem gewogenen Gefäss im Wasserbade bis zur Trockne verdunstet und nun gewogen wird. Für die Untersuchung, was dieses ist, können keine Regeln gegeben werden, es kann von sehr verschiedener Natur sein, z. B. Gerbsäuren, andere freie Säuren, Salze von vegetabilischen Salzbasen u. s. w.

Was das Wasser ungelöst zurückgelassen hat, wird mit 60procentigem Alkohol erst kalt und dann kochend behandelt, und jede von diesen Lösungen für sich untersucht, nachdem sie verdunstet und ihr Rückstand gewogen worden ist.

Was der wasserhaltige Alkohol nicht auflöst, wird mit wasserfreiem Alkohol behandelt, und, was dieser auflöst, wird ebenfalls gewogen und genauer untersucht.

Der nun ungelöst gebliebene Rückstand kann bestehen aus Fett, aus in Alkohol nicht löslichen Harzen, aus Caoutschouc u. s. w. Wird dieser Rückstand nun mit ein wenig Aether behandelt, so löst dieser Fett auf und lässt Caoutschouc zurück, so wie auch vielleicht noch andere Stoffe, welche sich in dem Aether durch die Gegenwart der Körper, welche der Alkohol hernach auszog, aufgelöst hatten.

Fett und Harze sind äusserst schwierig zu scheiden. Man versucht destillirtes Petroleum, destillirtes Terpenthinöl,

sehr verdünntes Kalihydrat, welches das Harz auflösen kann, ohne das Fett zu verseifen. Ist das Fett abgeschieden, so wird es verseift und die daraus darstellbaren fetten Säuren, sowohl flüchtige, als auch die gewöhnlichen weniger flüchtigen, bestimmt. Hier wird nun das eigene Vermögen des Chemikers, zweckmässige Methoden auszudenken, in Anspruch genommen.

Wasserhaltiger Aether wird ausschliesslich bei frischen und noch wasserhaltigen Körpern angewendet. Der Aether treibt gewöhnlich den Pflanzensaft aus und tritt an dessen Stelle. Sobald die Probe mit Aether völlig ausgezogen ist, hat man eine schwerere Lösung in Wasser und eine leichtere in Aether, die dieses Mal zwar in Wasser lösliche Stoffe aufgelöst enthalten kann, von denen aber auch das Wasser seinen Theil aufgenommen hat.

Wasserfreier Alkohol. Nach beendigter Ausziehung mit Aether wird das Extractionsrohr an einen warmen Ort gebracht, damit der Aethergehalt daraus wegdunste. Ich bediene mich dazu eines kleinen kupfernen Kessels mit zwei an entsprechenden Stellen angebrachten Oeffnungen, in welchen das Rohr horizontal und mittelst durchbohrter Körke wasserdicht befestigt werden kann, so dass es quer durch den Kessel geht. In diesen giesst man dann Wasser und erhitzt es darin. Sobald die Masse in dem Rohr so trocken geworden, dass Luft durch dasselbe gehen kann, verbindet man das Rohr mit einem Saugapparat, der allmälig Luft durch dasselbe zieht, bis der Aether ganz weggedunstet ist. Darauf behandelt man die Masse mit wasserfreiem Alkohol unter Beachtung derselben Vorsichtsmaassregeln, wie bei dem Aether. Die Alkohollösung wird auf gleiche Weise im Wasserbade abdestillirt, getrocknet und gewogen.

Der in der Retorte gewogene Rückstand wird wieder in wenigem Alkohol aufgelöst, die Lösung mit Wasser vermischt und der Alkohol im Wasserbade daraus abdestillirt. Der Rückstand besteht nun aus einer Lösung von solchen Bestandtheilen des organischen Körpers in Wasser, die sowohl in wasserfreiem Alkohol, als auch in Wasser löslich sind, und aus abgeschiedenen harzartigen Stoffen. Es ist nicht möglich, spezielle Vorschriften zu geben, wie die vielen hierin vermischten Stoffe getrennt werden sollen. In Betreff

der Trennung der Harze verweise ich auf die von Unverdorben angewandte Methode, die im Th. VII. bei den daselbst beschriebenen natürlichen Harzen angeführt worden sind, und welche in der abwechselnden Anwendung von 60procentigem Alkohol, Ammoniak, Kalihydrat in schwächerer und stärkerer Lösung, Fällung aus spirituösen Auflösungen mit essigsaurem Blei- oder Kupferoxyd, Petroleum, Terpenthinöl u. s. w. besteht.

Was dann in dem Extractionsrohr übrig geblieben ist, wird nun mit wasserfreiem Alkohol herausgespült und damit so oft wiederholt gekocht, als man findet, dass der Alkohol noch etwas auflöst. Die Lösungen werden kochend filtrirt, um das besonders sammeln zu können, was während des Erkaltens daraus niederfällt. Im Uebrigen wird mit dieser Alkohollösung verfahren, wie mit der Vorhergehenden.

Wasser von höchstens + 40°. Was Alkohol ungelöst gelassen hat, wird nach dem Abtrocknen des Alkohols mit Wasser von höchstens + 20° bis + 40° behandelt. Gewöhnlich quillt die Masse darin sehr auf, so dass die Abscheidung der Lösung und das Auswaschen des Rückstandes viel schwieriger, als vorhin, geschieht. Das Auswaschen dauert oft lange und muss dann so kalt wie möglich geschehen. Im Sommer muss man von Zeit zu Zeit reine Stücke von Eis in das Filtrum legen, oder, wenn man kein reines Eis hat, den Filtrirungs-Apparat in einen verschlossenen Raum, z. B. in einen Schrank, stellen, versehen mit einem kleinen Behälter für ein Gefäss mit Eis. Sonst wird die Masse leicht sauer, schimmelig oder es entstehen darin Infusionsthierchen.

Die erste Lösung, welche am concentrirtesten ist, wird in einem gewogenen Gefäss im luftleeren Raume verdunstet; das Waschwasser muss im Wasserbade concentrirt werden, bevor man es der Hauptlösung zumischt. Zuletzt muss der Rückstand im Oelbade bei + 130° getrocknet und erst dann gewogen werden. Dieser Rückstand wird dann in Wasser wieder aufgeweicht und darauf mit 50procentigem Alkohol vermischt, welcher das Aufgelöste grösstentheils ausfällt, mit Zurückhaltung von Kochsalz, Salmiak und vielleicht auch anderen in verdünntem Alkohol löslichen Stoffen. Dabei fallen nieder Gummi, saure äpfelsaure Kalkerde (welche

in diesem Zustande wie Gummi aussieht), in Alkohol unlösliches Extract u. s. w.

Die Untersuchung dieser in Wasser löslichen Stoffe ist ziemlich schwierig so durchzuführen, dass man sicher wird, zu richtigen Resultaten gekommen zu sein. Eine der am meisten angewandten Methoden ist folgende: Die Flüssigkeit wird mit Essigsäure versetzt, so dass sie sauer reagirt, und dann mit einer Lösung von neutralem essigsauren Bleioxyd vermischt. Viele organische Stoffe, vor Allem aber verschiedene Säuren, fallen aus einer schwach sauren Lösung durch dieses Salz als Bleioxydverbindungen nieder und lassen sich auf diese Weise abscheiden. Die Lösung wird abfiltrirt und in der Wärme mit kohlensaurem Bleioxyd, was am besten frisch gefällt und noch feucht ist, gesättigt. Dabei werden auf das kohlensaure Bleioxyd solche Stoffe niedergeschlagen, welche durch das neutrale Salz gefällt werden, wobei nicht vergessen werden darf, dass man oft einen Rückhalt von dem oder den Körpern erhält, die zuerst gefällt wurden, und wovon eine kleine Portion in der sauren Flüssigkeit aufgelöst zurückgeblieben war. Nachdem sich die Flüssigkeit mit Bleioxyd gesättigt hat, wird sie mit ein wenig mehr essigsaurem Bleioxyd vermischt und, im Fall sich ein Niederschlag bildet, mit dem Vermischen fortgefahren, so lange noch ein Niederschlag entsteht. Dieser Niederschlag wird abfiltrirt und die durchgegangene Flüssigkeit mit basischem essigsauren Bleioxyd vermischt, bis dadurch nichts mehr gefällt wird; dann setzt man einige Tropfen verdünntes kohlensäurefreies Ammoniak hinzu und fährt damit fort, so lange sich dabei noch ein Niederschlag bildet; diese Niederschläge sind gewöhnlich dieselbe Verbindung. Der letztere entsteht dadurch, dass das Bleisalz durch die Fällung in neutrales überging und durch das zugesetzte Ammoniak wieder basisch genug wurde, um den Pflanzenstoff völlig auszufällen.

Alle diese Verbindungen werden nach dem Waschen noch feucht mit Wasser und Schwefelwasserstoffgas behandelt, bis das Wasser vollkommen mit Schwefelwasserstoff gesättigt ist. Die Fällungen geschehen in Flaschen, die verschlossen und zur Klärung der Flüssigkeit in die Wärme gestellt werden, welche Klärung oft sehr langsam erfolgt, weil

weil die Schleimigkeit der Flüssigkeit das Schwefelblei zurückhält, gleichwie das Gummi in der Tinte das gerbsaure Eisen suspendirt erhält. Aber früher oder später, wenigstens nach einigen Tagen, sinkt das Schwefelblei zu Boden und die Flüssigkeit klärt sich. Das Schwefelblei wird mit schwefelwasserstoffhaltigem Wasser gewaschen, weil sonst das Durchgehende während des Auswaschens bleihaltig wird, was bei einigen Chemikern das Vorurtheil veranlasst hat, dass Schwefelwasserstoff das Blei aus seinen Verbindungen mit organischen Stoffen nicht vollständig ausfällen könne, was jedoch ganz unrichtig ist. Sobald das Schwefelblei von der Luft oder von lufthaltigem Wasser getroffen wird, so oxydirt sich ein wenig Blei, welches seinen Schwefel verliert, und das Bleioxyd bildet, so zu sagen, eine saure und lösliche Verbindung mit dem noch nicht ausgewaschenen Pflanzenstoff. Daher geschieht es so oft, dass, wenn die erste Lösung, welche noch Schwefelwasserstoff enthält, durchgegangen ist, und man eine Weile gewaschen hat, das bis dahin klare Liquidum durch das in dasselbe fallende Waschwasser schwarz wird. Findet dieses statt, so ist es am besten, mit dem Auswaschen des Schwefelblei's fortzufahren, aus der durchgegangenen Flüssigkeit die kleine Quantität Blei, die es dann noch enthält, mit Schwefelwasserstoff auszufällen und dieses mit schwefelwasserstoffhaltigem Wasser auszuwaschen.

Die Flüssigkeiten, welche beim Abscheiden des Blei's erhalten werden, verdunstet man im Wasserbade, bis aller Schwefelwasserstoff daraus entfernt ist; darauf werden sie concentrirt und zum Krystallisiren hingestellt oder im Exsiccator eingetrocknet. Wie diese Stoffe zu ihrer Erkennung behandelt werden müssen, dafür lassen sich keine allgemeine Regeln aufstellen. Man muss immer vermuthen, dass man es mit mehreren gemischten Stoffen zu thun habe, die man vermittelst dieser oder jener Reactionsmittel zu scheiden versucht. Alkohol und Aether lösen nun oft Körper auf, die aus Verbindungen, in welchen sie darin unlöslich waren, abgeschieden worden sind. Man versucht Fällungen mit basischem schwefelsaurem Eisenoxyd ($\dddot{\text{F}}\text{e}\,\dddot{\bar{\text{S}}}^2$), salpetersaurem Quecksilberoxydul, Quecksilberchlorid, essigsaurem Kupfer-

oxyd, essigsaurer Thonerde, Thierkohle oder gut ausgebrannter Kohle von Birkenholz u. s. w.

Die mit Bleiessig ausgefällte Flüssigkeit wird durch Schwefelwasserstoff von Bleioxyd befreit, im Wasserbade bis zur Trockne verdunstet, um den Ueberschuss von Essigsäure zu entfernen, in wenigem Wasser wieder aufgelöst und die Lösung mit Alkohol von 85 Procent vermischt. Der Alkohol hält in der Lösung die essigsauren Salze zurück und scheidet solche Pflanzenstoffe ab, die noch zurückgehalten sein können und die man mit Alkohol abwäscht. Die Alkohollösung wird eingetrocknet und die darin vorhandenen Basen abgeschieden, nachdem die Essigsäure zerstört ist, und ihrer Natur und Quantität nach bestimmt.

Kochendes Wasser. Was kaltes Wasser ungelöst zurückgelassen hat, wird mit Wasser gekocht. Dies gilt jedoch hauptsächlich für Pflanzenstoffe; denn Thierstoffe werden durch Kochen immer metamorphosirt, so dass neue Materien entstehen, deren Menge in dem Maasse zunimmt, als man das Kochen fortsetzt. Von Pflanzenstoffen ist es am gewöhnlichsten Stärke, welche von kochendem Wasser aufgelöst wird.

Eine verdünnte Säure. Man kann anwenden Schwefelsäure, Salzsäure oder Salpetersäure (die frei von aller salpetrigen Säure ist). Die Säuren werden mindestens mit der 90fachen Gewichtsmenge Wassers verdünnt und können kochend angewandt werden. Die Säuren lösen auf organische Stoffe, unorganische basische Salze, oxalsaure Kalkerde, phosphorsaure Erden, Eisenoxyd, Manganoxydul (wiewohl selten) u. s. w.

Die saure Lösung wird mit kaustischem Ammoniak gesättigt, wobei das Aufgelöste niederfällt, welches untersucht wird. Die abfiltrirte Flüssigkeit wird im Wasserbade verdunstet und, ehe sie eingetrocknet ist, mit Alkohol vermischt, wodurch gewöhnlich Dextrin, aus einem Rückhalt an Stärke gebildet, ausgefällt wird, was aber stets genauer untersucht werden muss.

Die Alkohollösung wird eingetrocknet und man sucht darin organische Stoffe, die, ausser Salmiak, darin enthalten sein können. Man erhitzt ein wenig von der trocknen Masse auf Platinblech; verkohlt sie dabei, so enthält sie organische

Stoffe, im anderen Falle sublimirt sich Salmiak. Bleibt ein Rückstand, so muss dieser untersucht werden. Er zeigt eine durch die Säure aus der Probe ausgezogene Basis an, die durch Ammoniak nicht ausgefällt worden war.

Salpetersäure hat vor Salzsäure den Vorzug, dass man die Flüssigkeit, welche durch Auflösung des nach der Verdunstung der Alkohollösung bleibenden Rückstandes in Wasser erhalten wird, untersuchen kann, ob sie durch essigsaures Bleioxyd fällbare Stoffe enthält.

Kalihydrat. Was verdünnte Säuren von der Probe ungelöst lassen, wird kochend mit einer sehr verdünnten Lösung von Kalihydrat behandelt. Darin lösen sich nun gewöhnlich coagulirtes Albumin, Pectin und Extractabsatz. Die filtrirte Lösung wird schwach mit Salzsäure übersättigt, wobei ein voluminöser Niederschlag entsteht, der oft durch Extractabsatz, welcher von dem Kali zugleich aufgelöst war, gefärbt ist. Das Albumin wird daraus durch concentrirte Essigsäure aufgelöst, wobei Pectin zurückbleibt. Das Albumin bleibt bei der Verdunstung der Essigsäure zurück und kann nach dem Trocknen bei $+120^{0}$ gewogen werden. Das Pectin ist schwierig von dem Extractabsatz zu scheiden. Man löst es in Kalihydrat und setzt dann kohlensaures Kali in fester Gestalt zu, welches das pectinsaure Kali unlöslich macht. Der Absatz wird durch Säuren aus der Kalilösung gefällt und die Pectinsäure auf gleiche Weise aus der Kaliverbindung geschieden.

Die mit Salzsäure von Albumin und Pectin befreiete Alkalilösung muss untersucht werden, ob sie irgend eine, nicht ausgefällte organische Substanz enthält.

Nach diesen Behandlungen bleibt von Thierstoffen gewöhnlich nichts übrig. Aber von Pflanzentheilen bleibt Holz oder Pflanzenfaser zurück und ausserdem oxalsaure Kalkerde, die sich, wenn sie vorhanden ist, mit verdünnten Säuren selten gänzlich ausziehen lässt. Ob dabei zuweilen auch andere Stoffe von ähnlicher indifferenter Natur, wie Holz, zugleich vorhanden seien, ist nicht bemerkt worden, aber möchte wohl möglich sein. Der dann ungelöste Rückstand wird mit kochendem Wasser gut ausgewaschen, bei $+130^{0}$ im Oelbade getrocknet und gewogen. Die Hälfte davon wird zu Asche verbrannt. Wenn es nun reine Pflanzenfaser war, so be-

trägt die Asche nicht mehr als 1/4 bis 1/3 p.C. davon, braust nicht mit Säuren und besteht hauptsächlich aus Kieselsäure. Ist die Asche alkalisch, so war das Alkali nicht richtig ausgewaschen. Ist sie dies nicht, braust sie aber mit Säuren, so enthielt die Holzfaser oxalsaure Kalkerde. — Die andere Hälfte der Holzfaser wird dann mit kohlensaurem Kali einige Stunden lang gekocht, dann das Alkali abfiltrirt, das Ungelöste ausgewaschen, zuerst mit verdünnter Salzsäure, um kohlensaure Kalkerde wegzunehmen, und darauf mit Wasser, um die Salzsäure wieder zu entfernen, dann bei + 130° getrocknet und gewogen, worauf auch der Gehalt an Asche daraus bestimmt wird. Was diese Hälfte nun weniger wiegt, als die erste, sind fremde, der Pflanzenfaser eingemischte Stoffe. — Das kohlensaure Alkali wird genau mit Salzsäure gesättigt, der Ueberschuss von Kohlensäure aus der Flüssigkeit durch Kochen ausgetrieben, und die Flüssigkeit, wenn sie noch sauer ist, mit ein wenig kaustischem Ammoniak versetzt und daraus die Oxalsäure mit einem aufgelösten Kalksalz ausgefällt. Was die Salzsäure von Kalkerde und vielleicht noch anderen Stoffen aufgelöst hat, muss ebenfalls untersucht werden. Nachdem alles dieses ausgeführt worden ist, kann der Gehalt an Pflanzenfaser und oxalsaurer Kalkerde berechnet werden.

Eine besonders abgewogene Portion von der getrockneten Probe wird, ohne alle chemische Behandlung, bei einer möglichst gelinden Hitze zu Asche verbrannt und deren Gewicht und Zusammensetzung dann bestimmt. Aus der Quantität des kohlensauren Alkali's findet man, wie viel pflanzensaure Salze mit alkalischer Basis die Probe enthalten hatte, wozu die vorhergehende Analyse, wofern diese ein richtiges Resultat gegeben hat, die Säuren ausgewiesen haben muss, und ihre Menge muss hinreichen, um mit dem Alkali neutrale Salze zu bilden. Der Gehalt an Chlornatrium und Chlorkalium in der Asche muss mit dem übereinstimmen, welcher bei der Analyse auf nassem Wege gefunden worden ist. Bei der Bestimmung des Alkaligehalts in der Asche verfährt man eben so, wie bei Analysen von Silicaten, mit dem Unterschiede, dass man Essigsäure, anstatt Salzsäure, anwendet, im Wasserbade zur Trockne verdunstet, um die Kieselsäure völlig abzuscheiden, und darauf die essigsauren Salze mit

wasserfreiem Alkohol auszieht. Diese Lösung wird zur Trockne verdunstet und die Essigsäure durch Glühen zerstört. Aus dem Rückstande wird das Alkali mit Wasser ausgezogen, wobei kohlensaure Kalkerde und Talkerde ungelöst zurückbleiben. — Was der Alkohol ungelöst zurücklässt, wird bis zum schwachen Glühen erhitzt. Gewöhnlich kann der wasserfreie Alkohol nur ein wenig von dem essigsauren Kalk ausziehen, dessen Rückstand nun zerstört wird. Chlorkalium und Chlornatrium werden darauf mit 60 procentigem Alkohol ausgezogen und mit Platinsalz geschieden. Wasser zieht darauf schwefelsaures und phosphorsaures Alkali aus. Man kann auch erst alle Salze mit Wasser ausziehen und sie darauf mit wasserhaltigem Alkohol scheiden. — Die zurückbleibenden Erden werden mit Salzsäure behandelt, wobei Kieselsäure ungelöst zurückbleibt. Kaustisches Ammoniak fällt aus der Salzsäure phosphorsaure Kalkerde, oft auch Eisenoxyd. Darauf werden Kalkerde und Talkerde abgeschieden. Thonerde ist selten in der Asche von Pflanzen enthalten, aber sie kommt doch zuweilen vor. Sie fällt dann mit der phosphorsauren Kalkerde nieder und hat einen Theil von ihrer Phosphorsäure aufgenommen und eine entsprechende Portion Kalk in der Lösung zurückgelassen. Wird Thonerde gefunden, so muss sie auch in dem, was Essigsäure aufgelöst hat, gesucht werden.

Allgemeine Bemerkungen zu der vorhergehenden analytischen Methode. Man kann sich nicht genug bestreben, mit einem jeden von diesen verschiedenen Lösungsmitteln alles das vollständig auszuziehen, was sie auflösen können. Geschieht dies unvollständig, so bekommt man im Verlauf der Analyse beständige Verwickelungen, die von dem, was man zurückgelassen hat, herrühren. Ich muss auch noch einmal bemerken, dass Stoffe, welche für sich in einem Lösungsmittel unlöslich sind, in Vermischung mit anderen darin löslich werden und umgekehrt. Wenn z. B. Aether flüchtige Oele auszieht, so lösen sich auch Harze mit auf, die für sich in Aether unlöslich sind. Ich muss ferner bemerken, dass die Unlöslichkeit in einem Lösungsmittel niemals eine absolute ist, und dass also der Aether, in grösserer Menge angewandt, eine geringe Menge von dem auflöst, was man für darin unlöslich hält. Diesem Uebelstand wird, wenn er

statt findet, abgeholfen, wenn man die eingetrocknete Masse in einer geringeren Quantität von dem Lösungsmittel wieder auflöst, wobei das Schwerlösliche ungelöst zurückbleibt. Dies ist auch mit Wasser der Fall; z. B. Stärke, welche in kaltem Wasser als unlöslich betrachtet wird, und es auch ist, so lange die Stärkekörner noch ganz sind, wird doch, wenn deren äussere Haut zerrissen ist, bis zu $^1/_{1000}$ vom Gewicht des kalten Wassers aufgelöst. Enthält dann die Wasserlösung eine freie Säure, so wird das Aufgelöste während der Verdunstung in Dextrin oder zugleich in Stärkezucker verwandelt, und diese können dann bei der Analyse Gummi und Zucker vorstellen. Coagulirtes Albumin ist auf dieselbe Weise in einem geringeren Grade in kaltem Wasser löslich, es findet sich also unter den Educten mit kaltem Wasser wieder und hat oft den Namen Gluten, Gliadin u. s. w. erhalten.

Im Allgemeinen ist es nöthig, dass Jeder, welcher eine richtige Untersuchung machen will, das Vermögen besitze, alle die Umstände auszudenken, welche Beobachtungsfehler veranlassen können, und die Wege aufzufinden, wodurch sie vermieden werden. Eine jede solche Veranlassung zu einem Beobachtungsfehler, die man nicht einsieht, veranlasst unvermeidlich einen und dadurch ein unrichtiges Resultat.

Der allgemeine Gang der Untersuchung, welcher im Vorhergehenden angegeben worden ist, bedarf in vielen Fällen einer Abänderung, in welcher Beziehung ich einige Beispiele anführen will.

Alle frischen Theile von Pflanzen oder Thieren enthalten Albumin im uncoagulirten und zuweilen gleichzeitig im coagulirten Zustande. Geht dann der Analyse das Trocknen voran, so geht Alles in den coagulirten Zustand über. Es ist jedoch wichtig zu wissen, wie viel davon im uncoagulirten Zustande vorhanden ist.

Man trocknet dann eine besondere Probe, um ihren Wassergehalt zu bestimmen, und analysirt eine andere im frischen Zustande. Diese wird zerhackt und das Flüssige daraus in einem neuen und reinen Beutel von starkem Leinen oder von Pferdehaar ausgepresst. Reicht die natürliche Flüssigkeit darin nicht hin, so wird das Zerhackte in einem

Mörser mit gekochtem und wieder erkaltetem destillirten Wasser gerieben und dann ausgepresst. Das Ausgepresste wird noch ein Paar Mal mit kaltem Wasser gerieben und wieder ausgepresst. Darauf werden Beutel, Pressplatten und Rückstand mit ein wenig mehr Wasser gewaschen. Alle diese Flüssigkeiten werden von dem abfiltrirt, was beim Pressen mit der Flüssigkeit durchgegangen sein kann. Das zuerst Ausgepresste wird für sich genommen, das darauf Ausgepresste mit dem Waschwasser vermischt und mit diesem auf ein geringeres Volum im Wasserbade eingedunstet, bevor es der ersten Flüssigkeit zugemischt wird. Diese wird nun aufgekocht und dann verdunstet, bis nur noch $^1/_3$ davon übrig ist. Dann wird das abgeschiedene coagulirte Albumin auf ein gewogenes Filtrum genommen, in wasserfreier Luft bei $+100°$ getrocknet und gewogen. Darauf wird das Durchgegangene bis zur Trockne verdunstet und mit Aether, Alkohol, Wasser u. s. w. behandelt.

Der ungelöste Theil der Probe wird getrocknet und dann mit Aether, Alkohol, kochendem Wasser u. s. w. behandelt, wie vorhin angegeben wurde.

Riechende frische Pflanzenstoffe, besonders Kronenblätter von Blumen, werden frisch mit wasserhaltigem Aether behandelt, welcher den Pflanzensaft daraus verdrängt, der oft den leicht zerstörbaren Farbstoff der Blätter aufgelöst enthält, und darauf kommt der Riechstoff, Harz, gelber Farbstoff u. s. w., aufgelöst in dem Aether. Aus der Wasserlösung kann der Farbstoff mit Bleisalz ausgefällt und auf diese Weise abgeschieden werden. Die Aetherlösung wird in einem undurchsichtigen Exsiccator über Schwefelsäure verdunstet, wobei sie, besonders wenn man die Verdunstung fractionirt, am Ende das riechende Oel concentrirt, wenn auch nicht absolut rein, zurücklässt.

Wenn man Pflanzenbasen sucht, so wird die Untersuchung mit dem Ausziehen mit Wasser, dem Schwefelsäure oder Salzsäure zugesetzt worden ist, angefangen. Die Flüssigkeit wird so genau wie möglich mit kaustischem Ammoniak neutralisirt und mit einer Lösung von Eichengerbsäure so lange vermischt, als dadurch noch eine Fällung entsteht. Darauf setzt man ein wenig verdünntes kaustisches Ammoniak hinzu, welches auf's Neue einen Niederschlag

gibt, im Fall die Flüssigkeit vorher sauer gewesen ist. Man achtet dann darauf, dass eine hinreichende Menge von Gerbsäure hinzukomme, um den ganzen Gehalt an Pflanzenbase auszufällen. Dieser Niederschlag ist ein Bitannat der Pflanzenbase. Er wird gewaschen, mit Kalkhydrat vermischt, getrocknet und dann mit wasserfreiem Alkohol ausgekocht, worin sich die Pflanzenbase auflöst.

Eine andere Methode besteht darin, dass man die Pflanze mit Salzsäure auszieht, die Lösung auf ein geringeres Volum verdunstet und mit Platinchlorid vermischt, welches ein unlösliches Doppelsalz mit der salzsauren Pflanzenbase bildet, welches nach dem Auswaschen mit Alkohol durch Schwefelwasserstoff zersetzt wird, worauf man die Pflanzenbase aus der Lösung durch kaustisches Ammoniak niederschlägt.

Das beste Fällungsmittel für Pflanzenbasen soll, nach Bouchardat, Kaliumbijodür sein, welches mit der Pflanzenbase ein unlösliches Bijodür bildet, viel unlöslicher, als das Bitannat. Dieses behandelt man in Wasser mit Schwefelwasserstoff, wodurch es sich in saures jodwasserstoffsaures Salz verwandelt, welches von dem abgeschiedenen Schwefel abfiltrirt und durch kaustisches Ammoniak ausgefällt wird. Es darf nicht mit Alkali behandelt werden, weil dessen Sauerstoff bei der Aufnahme von dem einen Jodatom einen Theil der Base zerstört. Bouchardat schreibt vor, dasselbe unter Wssser mit Zink oder Eisen zu behandeln; aber dann erhält man ein Doppelsalz mit dem Metall, dessen Oxyd dann Umwege zur Abscheidung erfordert.

Untersuchungen zur Entdeckung von Arsenik bei Vergiftung.

Ich habe bereits im Th. III. beim Kapitel vom Arsenik diesen Gegenstand ausführlich abgehandelt. Aber seitdem sind in dieser Beziehung so bedeutende Entdeckungen gemacht und dabei ein so ganz neues Prinzip angewandt worden, dass man beinahe sagen kann, diese Probe habe ihre grösste Vollendung erreicht.

Wenn Körnchen von Arsenik aus der zu untersuchenden Masse ausgelesen werden können, so ist die im Th. III.

S. 73 beschriebene Probe immer die sicherste und die, welche vorzugsweise gewählt werden muss. Aber wenn das Arsenik aufgelöst ist, so ist dies eigentlich der Fall, wo die neuen Verbesserungen anzuwenden sind.

Taufflieb hat in Betreff der Behandlung der Contenta ventriculi mit Kalihydrat eine Verbesserung angegeben, welche darin besteht, dass man Zinkoxyd in dem Kali auflöst. Wenn das Kali dann die arsenige Säure auszieht, so bilden die meisten organischen Stoffe mit dem Zinkoxyde eine unlösliche Verbindung. Die Kali-Flüssigkeit wird abfiltrirt, das Ungelöste gewaschen, das Durchgegangene stark mit destillirter Schwefelsäure übersättigt, filtrirt, auf ein geringeres Volum eingedunstet, und das Arsenik daraus durch Schwefelwasserstoff gefällt.

Eine bessere Methode der Abscheidung von metallischem Arsenik aus Schwefelarsenik, wie die im Th. III. angegebene, ist folgende. Das Schwefelarsenik wird vom Filtrum mit kaustischem Ammoniak abgelöst, die durchlaufende Lösung mit kohlensaurem Natron vermischt, verdunstet und, wenn sie einen hohen Grad von Concentration erreicht hat, mit so viel pulverisirter gut ausgebrannter Holzkohle vermischt, dass das Liquidum davon eingesogen wird. Dann wird das Ganze bei einer Temperatur, die + 100° viel übersteigen kann, aber nicht bis zum Glühen kommen darf, gut ausgetrocknet. Diese Masse wird nun in ein an dem einen Ende zugeblasenes Glasrohr, welches nach der ungleichen Quantität der Masse $^1/_4$ bis $^1/_2$ Zoll Durchmesser hat, geschüttet und das Rohr vor der Lampe ausgezogen und zugleich nahe an der Masse umgebogen, so dass das Ganze eine Retorte mit engem, 6 bis 8 Zoll langen Halse bildet. Diese wird in ein Sandbad in einem kleinen Thontiegel gelegt und darin zwischen freien Kohlen bis zum starken Glühen erhitzt (eine Spirituslampe gibt selten Hitze genug). Der Tiegel wird dabei so gestellt, dass ein grosser Theil des Retortenhalses kalt erhalten werden kann. Die Producte der Einwirkung des Feuers sind Kohlenoxydgas, Schwefelnatrium und metallisches Arsenik, welches sich verflüchtigt und in dem engen Hals der Retorte absetzt.

Eine andere Entdeckungsmethode des Arseniks ist von Malle angegeben worden. Die verdächtige Masse wird im

Wasserbade bis nahe zu dem Punct eingedunstet, wo sie anfängt einzutrocknen, durch Ausziehen mit Aether und darauf mit Alkohol von Fett befreit, dann in einer Porcellanschaale mit Ammoniumsulfhydrat übergossen und damit im Wasserbade bis zur Trockne digerirt. Aus dem Rückstande zieht man das Schwefelarsenik mit Alkohol aus, der mit kaustischem Ammoniak versetzt worden ist. Der Alkohol wird wieder abdestillirt und der Rückstand mit Königswasser oxydirt, in Wasser wieder aufgelöst, die Lösung mit Ammoniak gesättigt, so dass sie alkalisch wird, und dann mit schwefelsaurer Talkerde gefällt. Der Niederschlag ist arseniksaure Ammoniak-Talkerde, die mit Leichtigkeit reducirt werden kann, wenn man sie in einem Strom von Wasserstoffgas glüht, wobei das Arsenik metallisch sublimirt wird.

Marsh'sche Arsenikprobe. Marsh hat ein anderes Princip für die Entdeckung des Arseniks in seinen Lösungen aufgefunden, welches beinahe alle andere Arten von Reactionen übertrifft. Er fand nämlich, dass wenn man eine Flüssigkeit, die auch nur Spuren von arseniger Säure enthält, mit Schwefelsäure vermischt und Zink darin auflöst, die arsenige Säure nebst dem Wasser in der nächsten Umgebung des Zinks reducirt und Arsenikwasserstoffgas gebildet wird, welches mit dem Wasserstoffgase weggeht und bei einer unvollkommenen Verbrennung des ausströmenden Gases sichtbar gemacht werden kann. Er hält ein Stück Porcellan gegen das, aus einer feinen Röhre ausströmende und angezündete Gas, wobei das Porcellan so gehalten wird, dass die Flamme sich darauf ausbreitet. Das Arsenik wird dann abgeschieden und auf dem kalten Porcellan in Gestalt eines schwarzen Flecks abgesetzt.

Sobald man anfing, diese Probe in gerichtlichen Fällen anzuwenden, wurde sie von Mehreren in Betreff ihrer Zuverlässigkeit untersucht und im Allgemeinen bestätigt. Aber Thompson zeigte, dass Antimon dieselbe Reaction gibt, und er entdeckte, dass auch ein Antimonwasserstoffgas existirt, welches vorher nicht bekannt gewesen war und dessen Eigenschaften auch jetzt noch nicht genügend ausgemittelt sind. Inzwischen war diese Entdeckung hinreichend, die Marsh'sche Probe weniger sicher zu machen, weil weinsaures Antimonoxyd-Kali, das ein gewöhnliches Arzneimittel

ist, dieselbe Reaction bewirkt, wie arsenige Säure. Dabei verdient bemerkt zu werden, dass weder Schwefelarsenik noch Schwefelantimon eine Entwickelung von metallhaltigem Wasserstoffgas veranlassen, wenn man sie einer Schwefelsäure zumischt, worin Zink aufgelöst wird, wofern sie nicht zufälligerweise mit oxydirtem Metall vermischt sind, welches dann die Ursache der Reaction wird.

Diese Entdeckung veranlasste Marsh, seine Probe auf folgende Weise auszuführen: Wenn das durch ein aufwärts gerichtetes Rohr ausströmende Gas angezündet wird und man sieht, dass es auf einer unmittelbar in die Flamme gehaltenen Porcellanscheibe einen schwarzen Fleck hervorbringt, so nimmt man eine andere Porcellanscheibe, lässt einen Tropfen destillirtes Wasser darauf fallen, kehrt den Tropfen nach unten und hält ihn eine Weile in einer Entfernung von etwa 1 Zoll gegen die Flamme. Das Metall wird dann in dieser oxydirt und das Oxyd von dem Wasser aufgenommen. War es Arsenik, so ist nun der Tropfen eine Lösung von arseniger Säure, war es Antimon, so hat das Wasser nichts aufgenommen. Lässt man dann daneben einen Tropfen ganz neutrales salpetersaures Silberoxyd mit einer Spur von kaustischem Ammoniak fallen und vereinigt die Tropfen mit einem Glasstabe, so entsteht die bekannte gelbe Trübung von arsenigsaurem Silberoxyd, welche die so empfindliche Hume-sche Arsenikprobe ausmacht, die jedoch nur da anwendbar ist, wo die arsenige Säure frei von fremden Einmischungen ist. Ist der Gehalt an Arsenik gering, so kann auf diese Weise die Reaction leicht undeutlich und unbestimmt werden. Man befeuchtet dann ein langes Glasrohr von $^1/_2$ bis $^2/_3$ Zoll innerem Durchmesser inwendig mit Wasser, hält dasselbe aufrecht und mit der unteren Oeffnung über die Spitze der brennenden Flamme, damit das Verbrennungsproduct das Glasrohr durchströmt, wobei die arsenige Säure vollständig in dem Wasser aufgefangen werden kann. Der Inhalt des Rohrs wird dann mit einigen Tropfen Wasser herausgespült und mit salpetersaurem Silberoxyd-Ammoniak geprüft.

Nach meiner Ansicht kann die Probe auf folgende Weise zuverlässiger angestellt werden: Man legt ungefähr in die Mitte eines engen Glasrohrs, das z. B. eine Linie inneren

Durchmesser hat, an einen zusammengerollten Stahl- oder noch besser Kupferdrath eine 1 bis 1½ Zoll lange Schicht von Kupferoxyd und reducirt dieses mit einem Strom von Wasserstoffgas auf die Weise, dass das Oxyd in der Flamme einer Spirituslampe glühend erhalten wird, so lange sich noch Wasser bildet. Wenn das Rohr hinter dem reducirten Kupfer durch Trocknen von dem gebildeten Wasser befreit worden ist, lässt man es erkalten, während noch Wasserstoffgas durch dasselbe hindurchgeht. Nachdem das Rohr erkaltet ist, wird ein wenig atmosphärische Luft durch dasselbe gesogen, um das Wasserstoffgas daraus zu entfernen, und gewogen, worauf es dann zum Gebrauch vorbereitet ist.

Die Schwefelsäure, welche bei der Marsh'schen Probe angewendet werden soll, muss entweder vollkommen rein sein, oder vorher auf folgende Weise vorbereitet werden: Sie wird mit der 6fachen Gewichtsmenge Wassers verdünnt, in eine Flasche gegossen und Schwefelwasserstoffgas in dieselbe geleitet, bis die Flüssigkeit mit diesem gesättigt ist. Dabei fällt Blei, Zinn und Arsenik nieder, womit die im Handel vorkommende Säure häufig verunreinigt ist. Die Flasche wird wohl verschlossen und in gelinder Wärme klären gelassen. Nach 24 bis 48 Stunden wird sie von den Schwefelmetallen abfiltrirt, dann so lange gekocht, als sie noch einen Geruch nach Schwefelwasserstoff oder nach schwefliger Säure entwickelt und nun erkalten gelassen. Sie ist nun in dem Zustande, in welchem sie bei der Probe angewendet werden kann. Ganz dasselbe gilt für Salzsäure, wenn man diese anwenden will.

Das Zink muss destillirt worden sein. Manches im Handel vorkommende Zink ist mit Arsenik verunreinigt und deshalb bei dieser Gelegenheit auf eine gefährliche Weise trügend. Man muss es daher nach der Marsh'schen Methode sorgfältig prüfen, bevor man es anwendet. Das Zink wird zu diesem Zweck in eine Flasche gelegt, in deren Hals mittelst eines dichten Korks ein Gasentwickelungsrohr eingebracht ist; dieses Rohr ist in einen rechten Winkel gebogen und am Ende mit dem vorhin erwähnten Rohr, in welchem sich Kupfer befindet, mittelst eines Caoutschoucrohrs luftdicht verbunden. Das Rohr ruht auf dem Gestell einer Spirituslampe, um das Kupfer glühen zu können. Auf

das Zink wird ein Gemisch von Wasser und arsenikfreier Schwefelsäure gegossen und, wenn die atmosphärische Luft durch das Wasserstoffgas ausgetrieben ist, wird die Lampe angezündet und das nach der Flasche gerichtete Ende des Kupfers zum Glühen gebracht und im Glühen erhalten, bis alles Zink aufgelöst ist. Wenn dabei das Kupfer vorne seine Farbe nicht verändert hat, und es beim Wägen nicht schwerer befunden wird, so kann das Zink angewendet werden, widrigenfalls es zu verwerfen ist. Die geringste Quantität von Arsenik wird entdeckt, wenn man den vorderen Theil des geglüheten Kupfers mit der Löthrohrflamme behandelt, wobei sich der Arsenikgeruch deutlich zu erkennen gibt. Ich erlaube mir, ganz besonders darauf aufmerksam zu machen, dass man dieses genau beachte, weil man, wenn diese Vorsicht versäumt wird, bei gerichtlichen Untersuchungen leicht einen Eid darauf ablegen könnte, man habe Arsenik in einer Probe gefunden, wo keine Spur davon vorhanden war.

Mit derselben Sicherheit lässt sich Eisen nicht anwenden, weil sich bei der Auflösung desselben eine Portion Arsenik mit dem Eisen verbindet, zu einem schwarzen Pulver von Arsenikeisen, auf welches die Säure keine Wirkung ausübt.

Die organische Substanz, vergiftete Speisen oder Getränke, oder die Contenta aus dem Magen oder den Gedärmen, welche untersucht werden sollen (und worin sich nach den bereits im Th. III. beschriebenen Vorsichtsmaassregeln keine Körner von arseniger Säure entdecken lassen, in welchem Fall die Reduction derselben mit Kohle vollkommen hinreicht), werden mit ein wenig von der präparirten Schwefelsäure vermischt und gekocht, um unsichtbare Theile von arseniger Säure aufzulösen und um das, was sich sonst bei der Marsh'schen Probe coaguliren würde, zu coaguliren. Die Flüssigkeit wird durch ein Filtrum abgeschieden und das Coagulum ausgedrückt.

Zur Gasentwickelung bedient man sich einer einfachen, hinreichend geräumigen Flasche, die aber eine so weite Oeffnung hat, dass ein Kork hineinpasst, der zwei Röhren aufnehmen kann, nämlich das Gasentwickelungsrohr und ein anderes Rohr, durch welches die Flüssigkeit in die Flasche

gegossen werden kann. Man legt das Zink in die Flasche, verschliesst sie und giesst ein wenig mit Wasser verdünnte arsenikfreie Schwefelsäure hinein, welche Wasserstoffgas entwickelt und dadurch die in dem Apparate eingeschlossene atmosphärische Luft austreibt. Wenn diese daraus weggegangen und keine Explosion mehr zu befürchten ist, wird das Rohr mit dem Kupfer angebunden und dieses glühend gemacht. Jetzt wird durch das aufrechte Rohr in dem Korke, welches so lang sein muss, dass es nahe bis auf den Boden reicht, die auf einen Arsenikgehalt zu prüfende Flüssigkeit eingegossen. Das Wasserstoffgas, was im Anfange entwickelt wird, ist aus leicht begreiflichen Gründen reicher an Arsenikwasserstoffgas und wird zuletzt immer ärmer, weil sich die Quantität der arsenigen Säure in der Flüssigkeit fortwährend vermindert. Man darf daher die ersten Gasportionen nicht dadurch verlieren, dass man damit die Luft austreibt. Je schwächer die Gasentwickelung geschieht, desto sicherer ist die Probe. Wenn die Gasentwickelung zuletzt anfängt abzunehmen, so kann sie durch neue hinzugegossene Schwefelsäure noch einige Male wieder verstärkt werden, um die letzten Spuren von arseniger Säure in der Flüssigkeit wegzunehmen, wenigstens in so weit dies möglich. Keine Spur von Arsenik geht mit dem Wasserstoffgase weg, welches durch das glühende Kupfer gegangen ist.

Nach Beendigung des Versuchs ist der vordere Theil des Kupfers durch Arsenikkupfer silberweiss. Die Gewichtszunahme des Rohrs besteht in Arsenik. Eine kleine, von dem weissen Theil genommene Probe gibt vor dem Löthrohr unter allen den entscheidendsten Beweis, dass das Aufgenommene Arsenik ist, nämlich durch den unverkennbaren Geruch. Will man aus dem Kupfer das Arsenikkupfer abscheiden, so digerirt man es mit Kupferchlorid und Salzsäure, worin sich das reine Kupfer auflöst, mit Zurücklassung des Arsenikkupfers, welches durch Waschen mit Salzsäure von Kupferchlorür befreit wird.

Zu diesen Versuchen kann man auch gewogenes Kupferoxyd anwenden, welches vorher zur Austreibung aller Feuchtigkeit in einem durch das Rohr geleiteten Strom von atmosphärischer Luft geglüht worden ist. Aus dem Gewicht des Oxyds kennt man das des Kupfers. Während des Versuchs

wird das Oxyd zu Metall reducirt und was dieses dann mehr wiegt, als nach der Rechnung, ist Arsenik. Enthielt das Gas auch Antimon, so wird auch dieses von dem Kupfer aufgenommen, aber das Antimonkupfer gibt vor dem Löthrohre keinen Geruch. Sind sie mit einander vermischt, so erkennt man den Arsenikgeruch sogleich, besonders wenn man ein wenig Soda oder Borax zusetzt.

Bedient man sich aber der Marsh'schen Methode, um die arsenige Säure in einem feuchten Rohre aufzusammeln, so verfährt man eben so, aber das Gasentwickelungsrohr wird zwei Mal rechtwinklig gebogen, oder es ist ganz gerade, und am Ende, wo das Gas angezündet werden soll, feiner ausgezogen. Man muss zwei feuchte Röhren zum Wechseln haben, damit das eine, nachdem es von der Flamme erhitzt worden ist, abkühlen kann, während das andere gebraucht wird. Da die Quantität oft sehr gering ist, so muss man in dem Rohr möglichst viel von der arsenigen Säure aufzufangen suchen, um unzweideutige Reactionen zu bekommen.

Bei dem Aufsuchen von Arsenik in Leichen ist es oft der Fall, dass die zur Rettung der Verstorbenen angestellten Versuche das Gift aus dem Magen und den Gedärmen weggeschafft haben, dass man von dem Ausgebrochenen nichts gesammelt hat und dass es also auf diese Weise unmöglich geworden ist, das Arsenik, wiewohl alle Symptome und wahrscheinlicher Verdacht auf eine Vergiftung deuten, entdecken zu können. Der Tod kann dessen ungeachtet durch Gift erfolgt sein, welches absorbirt worden ist. Dieser Umstand hat den grösten Toxicologen unserer Zeit, Orfila, zu Versuchen veranlasst, ob nicht alle Theile des Körpers eine Spur von Arsenik enthalten können, die sich nachweisen liesse, und diese Versuche sind vollkommen geglückt. Das Princip davon ist folgendes: Man nimmt ein grösseres Stück von einem Körpertheil einer Leiche, z. B. die Hälfte der Leber, eine Lunge, zerschneidet es in Stücke und kocht diese mit Wasser, dem sehr wenig Kalihydrat, z. B. 2 bis 3 Gran trocknes Kalihydrat auf die ganze Quantität, zugesetzt worden ist, aus und setzt das Kochen 6 Stunden lang fort. Dadurch wird gewöhnlich der ganze Arsenikgehalt ausgezogen, jedoch nicht immer. Die Lösung wird mit

Salzsäure sauer gemacht und filtrirt. Das abgeschiedene Ungelöste wird im Wasserbade vollkommen ausgetrocknet und, gleich der filtrirten Lösung, einer besonderen Behandlung unterworfen.

1. Die *Lösung* lässt man alles Fett, was sie enthalten kann, absetzen und scheidet dies dann ab. Man übersättigt sie mit Schwefelwasserstoff und lässt sie damit 48 Stunden lang stehen, damit sich das Schwefelarsenik absetze, das man auf einem Filtrum sammelt. Die abfiltrirte Flüssigkeit, welche auf diese Weise nicht völlig arsenikfrei wird, verdunstet man zur Trockne. Dies ist jedoch überflüssig, wenn der erhaltene gelbe Niederschlag Arsenik enthält; zuweilen ist er aber nur eine organische Materie.

Der gelbe Niederschlag wird bis zur völligen Oxydirung des Arseniks und Schwefels mit Königswasser behandelt und die Lösung im Wasserbade bis zur Trockne verdunstet. Sie lässt ein Gemisch von Arseniksäure und Schwefelsäure zurück, das man in verdünnter reiner Schwefelsäure auflöst und in dem Marsh'schen Apparate behandelt. Gibt sich dann keine Spur von Arsenik zu erkennen, so wird das, was nach dem Verdunsten bis zur Trockne der mit Schwefelwasserstoff gefällten Flüssigkeit zurückgeblieben war, mit Salpetersäure von 1,37 verkohlt und, wie gleich weiter unten angeführt werden soll, weiter behandelt.

2. Das *getrocknete Ungelöste* wird einem von Orfila erfundenen Verkohlungsprocess unterworfen, was auf folgende Weise geschieht: Man erhitzt Salpetersäure von 1,37 bis 1,41 specif. Gewicht, nachdem man sie mit salpetersaurem Silber destillirt hat, um allen Verdacht eines Gehalts an Arsenik zu beseitigen, in einer Porcellanschaale über Kohlenfeuer bis nahe zum Kochen und trägt in Zwischenräumen von einigen Minuten 3 bis 4 Stücke von der getrockneten Masse nach einander hinein. Sie lösen sich unter heftiger Entwickelung von rothen Dämpfen auf und die Flüssigkeit besitzt, wenn alles aufgelöst worden ist, eine hellgelbe Farbe, die bei fortgesetztem Verdunsten orange- und am Ende dunkelroth wird, und an den Rändern hier und da anfängt, verkohlte Stellen zu bekommen. Nach einigen Augenblicken fängt sie an, einen dicken, undurchsichtigen Rauch auszustossen. Man nimmt sie dann sogleich vom Feuer. Die

Ver-

Verwandlung geht jetzt von selbst fort, die Masse raucht und bläht sich auf, ohne jedoch überzusteigen, und wenn alles vorüber ist, bleibt eine poröse Kohle zurück. Nach dem Erkalten wird diese in einem Glas- oder Porcellanmörser zu Pulver zerrieben und mit Wasser ausgekocht. Dieses wird nun in den, bereits mit Zink und verdünnter Schwefelsäure versehenen Marsh'schen Apparat gegossen. Scheidet sich dabei eine schwarze oder braune Masse ab, die einen Schaum bildet, der überzusteigen droht, so muss die Flüssigkeit sogleich in einen grossen verkorkten Trichter gebracht, das Zink mit ein wenig Wasser abgespült und dieses Spülwasser auch mit in den Trichter gegossen werden. Der Schaum begibt sich dann oben auf und das Liquidum kann nach einer Weile wieder in den Apparat abgelassen werden. Gibt sie Schaum, aber weniger, so giesst man eine dünne Schicht Baumöl oben auf die Flüssigkeit, wodurch das Schäumen verhindert wird. Orfila zündet das Wasserstoffgas an und lässt es gegen echtes Porcellan brennen, aber so oft gegen eine andere Stelle, bis es von der Flamme nicht mehr geschwärzt wird.

Er zieht die vorhergehende Behandlung mit Kali, Salzsäure und Schwefelwasserstoff vor, wiewohl man auch die eben erwähnte Operation sogleich vornehmen kann, nachdem man die für die Prüfung bestimmte Substanz, ohne vorhergegangenes Auskochen, getrocknet hat.

Zum Gelingen dieser Verkohlungs-Operation thierischer Stoffe ist eine Salpetersäure von bestimmter Stärke und eine bestimmte Quantität davon erforderlich. Nimmt man zu viel Salpetersäure, so entzündet sich die Masse bei der Verkohlung und das Arsenik raucht weg. Verschiedene Körpertheile erfordern ungleiche Mengen von Salpetersäure, worüber er Folgendes angibt:

Getrocknetes Blut 3 Unzen, Salpetersäure von 1,37 specif. Gew. 7 Unzen. Getrocknetes grosses und kleines Gehirn von einem Erwachsenen 6 Unzen, Salpetersäure 2 Pfund 4 Unzen. Beide Lungen getrocknet 5½ Unze, Salpetersäure 1 Pfund. Das Herz 6 Drachmen, Salpetersäure 5 Unzen. Die Leber 12 Unzen, Salpetersäure 34 Unzen. Die Milz 12 Drachmen, Salpetersäure 3½ Unze. Magen und Gedärme 3 Unzen, Salpetersäure 9 Unzen. Die beiden

Nieren 2 Unzen, Salpetersäure 6 Unzen. Muskeln 22 Unzen, Salpetersäure 2 Pfund 4 Unzen.

Rückstand von der Einkochung des mit Schwefelwasserstoff gefällten Decocts 3 Unzen, Salpetersäure 9 Unzen.

Alle diese Substanzen müssen so stark wie möglich getrocknet worden sein.

Orfila hat auf diese Weise aus Leichen, die mehrere Jahre begraben gewesen waren, Arsenik ausgezogen; aber er macht aufmerksam auf die Nothwendigkeit, dass man, wenn der Sarg faul geworden und die Leiche mit Erde umgeben ist, die Erde des Begräbnissplatzes auf eine Entfernung von 3 Fuss von der Leiche aufsammele, sie lange mit Wasser auskoche und diese Lösung mit Zink und Schwefelsäure auf Arsenik prüfe, weil ein Arsenikgehalt von einer schon vorher zu Erde vermoderten Leiche leicht irre führen könne, was nicht der Fall ist, so lange der Sarg noch unbeschädigt ist. Er hat die Erde von Begräbnissplätzen untersucht und darin unzweideutige Spuren von Arsenik gefunden. Einer Frau, die mit Arsenik vergiftet, aber hernach gerettet war, wurde nach Vorschrift des Arztes zur Ader gelassen und das Blut eingetrocknet; in diesem fand Orfila nach der eben angegebenen Methode Arsenik.

Orfila hat dabei die überraschende Entdeckung gemacht, dass wenn frische Knochen auf dieselbe Weise behandelt werden, oder die Knochenerde zuerst aus dem Knorpel durch Salzsäure ausgezogen und die saure Lösung der Marsh-schen Probe unterworfen wird, man eine ganz unzweideutige Spur von Arsenik erhält, die dagegen nicht erhalten wird, wenn man die Knochen vorher weiss brennt. Es ist also nothwendig, keine Knochenstücke mitfolgen zu lassen, wenn die Marsh'sche Probe in gerichtlichen Fällen gemacht wird.

Bei dem ersten Blicke erscheint diese Entdeckung von Orfila sonderbar und selbst unwahrscheinlich. Aber wenn man sich die Frage vorlegt, woher der phosphorsaure Kalk in Pflanzen und Thieren kommt, so zeigt es sich deutlich, dass er ursprünglich aus der unorganischen Natur hergenommen wird, gleichwie alle unverbrennlichen Bestandtheile der organischen Körper. Aber die Analysen zeigen, dass der phosphorsaure Kalk und natürliche phosphorsaure Salze

im Allgemeinen von kleinen Quantitäten von Fluorcalcium und arseniksaurer Kalkerde begleitet sind, gerade denselben Begleitern, welche wir auch in der Knochenerde finden. Da der arseniksaure Kalk in dieser Gestalt sich nicht von dem phosphorsauren Kalk unterscheidet, so ist es klar, dass das Arsenik darin in nicht giftiger Form vorhanden ist. Es lässt sich voraussehen, dass die Knochenerde in verschiedenen Gegenden der Oberfläche unserer Erde ungleiche Quantitäten von diesen fremden Begleitern enthalten könne, je nachdem es der natürliche phosphorsaure Kalk, von dem er ursprünglich herrührt, mehr oder weniger gewesen ist, und dass sie selbst hier und da ganz fehlen können. Bei der Abhandlung von den Knochen im vorhergehenden Theile habe ich darüber nichts angeführt, weil diese Thatsache damals noch unbekannt war *).

Antiphlogistische Chemie — wurde eine Zeit lang Lavoisier's Theorie der Verbrennung genannt, weil sie eine Widerlegung der Lehre vom Phlogiston war, die zur Erklärung der Verbrennungs-Erscheinungen diente.

Are — die Einheit des französischen Flächenmaasses; siehe *Maass*.

Aräometer — *Senkwaage*, ist ein Instrument, womit das spec. Gewicht flüssiger Körper bestimmt wird, und welches sich darauf gründet, dass ein schwimmender Körper in einem leichteren Liquidum tiefer einsinkt, als in einem schwereren. Von der Art ist unsere gewöhnliche Branntweinwaage, wiewohl sie nicht nach dem spec. Gewicht graduirt ist. Die am allgemeinsten angewandten sind ausserdem die von Beaumé und von Richter. Das Aräometer des Ersteren kommt so oft in chemischen Schriften vor, und die

*) Nach anderweitigen neueren Untersuchungen soll diese Angabe, dass die Knochen im normalen Zustand Arsenik enthalten, nicht gegründet sein und Orfila's Beobachtung auf einer Täuschung beruhen. Unter gewissen Umständen sollen nämlich aus arsenikfreien Flüssigkeiten, wenn sie der Marsh'schen Probe unterworfen werden, mit dem Wasserstoffgase Materien sich verflüchtigen, welche bei der Verbrennung des Gases auf Porcellan ganz ähnliche Flecken erzeugen, wie Arsenik. Um so mehr wird es also nothwendig, das von Berzelius angegebene Verfahren bei Anwendung der Marsh'schen Probe zu befolgen. W.

Grade desselben werden so allgemein zur Bestimmung des Concentrationsgrades von Säuren, Salzauflösungen und spirituösen Flüssigkeiten gebraucht, dass es nicht ohne Nutzen sein kann, die Beziehung seiner Grade zum spec. Gewicht anzuführen. Ich werde nicht das Instrument selbst beschreiben, da es ganz dasselbe ist, wie unsere allgemein bekannte Branntweinwaage.

Man hat davon zwei Arten: nämlich eins für Flüssigkeiten, die schwerer als Wasser, und eins für Flüssigkeiten, die leichter als Wasser sind.

Beaumé's Aräometergrade für Flüssigkeiten, die schwerer als Wasser, bei + 12³/₄° (= + 55° Fahr.), oder Laugenwaage.

Beaumé's Grade.	Nicholson's Wägung.	Hassenfratz's Wägung.	Bingley's Wägung.
1	1,0000		
2		1,0128	
3	1,020	1,0192	
4		1,0256	
5		1,0320	
6	1,040	1,0384	
7		1,0448	
8		1,0502	
9	1,064	1,0576	
10		1,0640	
12	1,089	1,0775	
14		1,0910	
15	1,114		
16		1,1045	
18	1,140	1,1182	1,150
20		1,1320	1,167
21	1,170		
22		1,1462	
24	1,200	1,1608	
26		1,1760	1,216
27	1,230		
28		1,1920	1,233
29			1,250
30	1,261	1,2100	1,267
31			1,275
32			1,283
33	1,295		
34			1,300

Beaumé's Grade.	Nicholson's Wägung.	Hassenfratz's Wägung.	Bingley's Wägung.
35			1,312
36	1,333		1,313
37			1,342
38			1,350
39	1,373		1,358
40			1,367
41			1,383
42	1,414		1,400
43			1,416
45	1,455		1,435
48	1,500		
51	1,547		
54	1,597		
57	1,659		
60	1,717		
63	1,779		
66	1,848		
69	1,720		
72	2,000		

Beaumé's Aräometergrade für Flüssigkeiten, die leichter sind als Wasser, bei $+ 23^1/_2{}^\circ$ ($= + 18^3/_4{}^\circ$ R.)

Aräometergrade.	Nicholson.	Hassenfratz.	Aräometergrade.	Nicholson.	Hassenfratz.
10	1,000	1,000	25	0,897	0,9057
11	0,990		26	0,892	0,8944
12	0,985	0,9863	27	0,886	
13	0,977	0,9796	28	0,880	
14	0,970	0,9730	29	0,874	
15	0,963	0,9666	$29^1/_2$		0,8807
16	0,955		30	0,871	
$16^1/_2$		0,9569	31	0,867	
17	0,949		32	0,856	0,8675
18	0,942	0,9474	33	0,852	
19	0,935		34	0,847	0,8571
$19^1/_2$		0,9382	35	0,842	
20	0,928		36	0,837	
21	0,922	0,9290	37	0,832	0,8421
22	0,915		38	0,827	
23	0,909	0,9172	39	0,822	
24	0,903		40	0,817	0,8276

Beaumé graduirte sein Aräometer für Salzlösungen auf folgende Art: Dasselbe wurde in Wasser von + 11° eingesenkt, und dann so viel Quecksilber in die noch offene Röhre gebracht, bis das Instrument fast bis an das Ende einsank. Dieser Punkt wurde nun mit 0° bezeichnet. Darauf wurde diese Waage in eine Salzauflösung von 15 Th. Kochsalz und 85 Th. Wasser gebracht, und der Punkt, bis zu dem sie einsank, mit 15 bezeichnet. Der Abstand zwischen diesen Puncten wurde in 15 gleiche Theile, welche Grade ausmachten, eingetheilt, und darauf die Röhre auch auf der unteren Hälfte in 15 gleich grosse Grade eingetheilt; denn Beaumé glaubte, dass die Zahl eines jeden Grades den procentischen Gehalt von Salz in der Auflösung anzeige. Dies ist jedoch nicht richtig, theils weil die Röhre dieser Waage nie genau cylindrisch sein kann, und theils, weil das specifische Gewicht nicht ganz in demselben Verhältniss wie der Salzgehalt der Auflösung zunimmt.

Die Waage für spirituöse Flüssigkeiten ist ganz nach demselben Principe, d. h. nicht nach ungleichen Quantitäten von Alkohol, sondern in einer Salzauflösung graduirt. Der Nullpunkt befindet sich hier nicht an der Spitze, sondern gleich über der Kugel, und ist durch die Stelle bestimmt, bis zu der die Waage in einer Auflösung von 10 Th. Salz in 90 Th. Wasser sinkt. Sie wird hierauf in reines Wasser eingetaucht, und der Punkt, bis zu dem sie darin untersinkt, mit 10 bezeichnet. Dieser Abstand wird in 10 Grade getheilt, nach welchen nachher der übrige Theil der Röhre mit gleich grossen Graden graduirt wird.

Die Zahlen für die entsprechenden specifischen Gewichte, die in den vorhergehenden Columnen angeführt sind, hat man auf folgende Art gefunden: Die von Nicholson mit der Laugenwaage sind nach der Angabe von Guyton-Morveau, dass 66 Grade einem specif. Gew. von 1,848 entsprechen, berechnet. Mit der Spirituswaage dagegen sind sie nach den eigenen Angaben von Beaumé berechnet, dass nämlich 37 Grade 0,842 spec. Gew. entsprechen, und dass ein Gemische von 2 Gewichtstheilen von diesem Spiritus mit 30 Gewichtstheilen Wasser, dessen specifisches Gewicht 0,9915 ist, 12 Grade auf der Waage gibt.

Die Bestimmungen von Hassenfratz sind so erhalten, dass er Wasser mit denjenigen Portionen Salz mischte, die nach Beaumé den angegebenen Graden der Waage entsprechen, worauf er dasselbe auf einer hydrostatischen Waage wog. Man sieht also aus dem Mangel an Uebereinstimmung zwischen den Zahlen von Hassenfratz und Nicholson, in welchem Grade die Annahme von Beaumé unrichtig ist. — Hassenfratz's specifische Gewichte für die Spirituswaage wurden auf die Weise gefunden, dass 15 Th. Spiritus von 40 Grad mit 1 Th. Wasser gemischt, 37 Grad, 14 Th. Spiritus mit 2 Th. Wasser, 34 Gr., 13 Th. Spir. mit 3 Th. Wasser, 32 Gr. u. s. w. entsprachen. Diese Gemische wurden von Hassenfratz gemacht und gewogen. Die Angaben von Bingley dagegen gründen sich auf directe Wägungen von Flüssigkeiten, in denen ein mit Sorgfalt verfertigtes Aräometer von Beaumé bis zu dem angegebenen Grade einsank. Sie erstrecken sich nur auf die specifischen Gewichte, welche am allgemeinsten bei den Säuren und Salzauflösungen, die bei chemischen Versuchen gebraucht werden, vorkommen.

Richter's *Aräometer* hat vor dem von Beaumé bedeutende Vorzüge, theils weil es viel geringere Quantitäten von Liquidum erfordert, und theils, weil es das specifische Gewicht angibt, ohne an conventionelle Grade gebunden zu sein. Es besteht aus einer Röhre von dünnem Glase von 1½ bis 2 Linien innerem Durchmesser, von einer solchen Länge, dass sie im Wasser nicht weiter als bis zu einem gewissen Grade einsinkt, wenn sie am unteren Ende zugeschmolzen ist. Von solchen Röhren macht man sich drei, denn wenn man nur auf eine einzige die ganze Scale bringen wollte, so würde sie für den Gebrauch unbequem werden. Auf der einen Röhre befindet sich die Scale von z. B. 0,75 bis 1,000, auf der anderen von 1,00 bis 1,40 und auf der dritten von 1,30 bis 1,90. Um sie genau zu graduiren, macht man sich Gemische von Spiritus und Wasser, und von z. B. Schwefelsäure und Wasser, deren specifisches Gewicht man genau abwägt; je mehr man derselben hat, um so sicherer wird die Waage. Um die Röhre bis zur richtigen Höhe einzusenken, bringt man durch ihr offenes Ende Schrotkörner und grobes Pulver von Siegellack. Hat

man beim Einsenken den gewünschten Punkt getroffen, so erhitzt man das untere Ende der Röhre über einer Lichtflamme, wodurch das Siegellack schmilzt und die Schrotkörner befestigt, die sonst durch ihre Bewegung beim Transportiren des Instruments die Röhre zerbrechen könnten. Zu gleicher Zeit muss man in das offne Ende der Röhre das Papier, worauf die Scale geschrieben werden soll, oder wenigstens ein Papier von gleichem Gewicht einbringen; hierauf senkt man die Röhre in die abgewogenen Flüssigkeiten, von denen man wenigstens 5 für jede Röhre haben muss, und bemerkt auf der Röhre die Punkte, bis zu denen sie in einer jeden derselben einsinkt. Diese Punkte überträgt man dann auf eine Scale von Papier, die nach einem leichten Schema zwischen den gefundenen Punkten graduirt wird, und zwar so fein, als es die Deutlichkeit zulässt. Da die Punkte, bis zu denen die Waage in Flüssigkeiten von ungleichem spec. Gew. einsinkt, darauf beruhen, dass sich die, in die Flüssigkeit eingesenkten Volumen der Waage, umgekehrt wie die spec. Gewichte verhalten, so werden die Grade auf der Waage für gleiche ab- oder zunehmende Zahlen im spec. Gew. nicht gleich gross, sondern sie werden immer grösser, in dem Maasse, als das spec. Gewicht abnimmt. Das Schema, wodurch man am einfachsten diese Graduirung bewerkstelligt, ist Folgendes:

AB sei die Länge von dem Stücke der beabsichtigten Scale, von dem man durch Versuche gefunden hat, dass es zwischen dem spec. Gew. 0,900 und 0,950 liegt. Man

misst dann eine gleich lange Linie auf einem andern Papier ab, und zieht von dem Punkte A die Linie AC, deren Länge und Neigung gegen A man beliebig machen kann. Darauf zieht man von B eine andere Linie BD parallel mit AC. Nun misst man auf BD ein Stück ab, dessen Länge sich zu $AC = 90:95$ verhalten muss, so dass wenn die Länge von AC $9\frac{1}{2}$ ist, die Länge von BD gerade 9 ist. Darauf theilt man eine jede dieser Linien in so viele Theile, als man auf AB haben will, z. B. fünf. Diese Theile macht man gleich gross, wodurch ein jeder von ihnen auf der einen Linie sich zu einem jeden auf der andern, wie die ganzen Linien unter sich verhalten. Es seien diese Theilungen a, b, c, d. Man verbindet a mit a', b mit b', c mit c' und d mit d', wobei die Linie AB von diesen Linien in den Punkten geschnitten wird, wohin die specifischen Gewichte 0,940, 0,930, 0,920, 0,910 fallen. Werden die beiden Linien in 10 gleiche Theile getheilt, so hat man zugleich 0,945, 0,935 u. s. w. — Da der geometrische Beweis, wodurch diese Graduirung ihre Richtigkeit erhält, ganz ausser den Gränzen dieses Lehrbuchs liegt, so muss ich ihn übergehen. Die hier gegebene Aufstellung soll nur als Hinweisung auf einen einfachen und leichten Handgriff, eine solche Theilung zu machen, dienen. Natürlicher Weise theilt man nachher auf dieselbe Art die Scale auch zwischen den übrigen Punkten, die man durch Versuche gefunden hat, ein und schiebt nun diese Scale, mit der eingetheilten Seite nach aussen, in die Röhre, so dass die durch die Versuche gefundenen Punkte auf der Röhre und der Scale einander entsprechen. Das Papier bleibt dann schon durch seine eigene Elasticität sitzen. Aber zur grösseren Sicherheit bringt man lieber etwas Siegellack auf die Scale, ehe sie zum ersten Male eingeschoben wird, mit welchem man sie, nachdem man ihr die richtige Stellung gegeben hat, dadurch in der Röhre befestigt, dass man das Siegellack schmilzt, während man die Stelle der Röhre, wo sich die Scale befindet, mit feuchtem Papiere umgibt, um das Verbrennen derselben zu verhindern; und zuletzt schmilzt man das offene Ende zu. Dabei wird zwar durch die Hitze etwas Luft ausgetrieben, wodurch sich der Standpunct verändert; allein es ist dies so wenig, dass es nicht in Betracht kommt. Als Behälter für die zu wägende

Flüssigkeit nimmt man eine etwas grössere Röhre, z. B. von einem halben Zoll Durchmesser, aber von gleicher Länge mit der Aräometerröhre, schmilzt sie an dem einen Ende vor der Lampe zu, und erweitert sie am anderen trichterförmig. Man füllt sie bis zu ²/₃ mit der zu wägenden Flüssigkeit, und setzt die Röhre ein, wobei die Flüssigkeit in der trichterförmigen Erweiterung steigt; auf der Scale in der Röhre steht das specifische Gewicht des Liquidums, welches mit Sicherheit bis zur dritten, und mit grosser Wahrscheinlichkeit bis zur vierten Decimalstelle zu finden sein muss. — Die grösste Schwierigkeit bei diesem, so wie bei allen Aräometern, ist, eine Röhre zu finden, die in der Strecke, wo die Scale sitzt, ganz cylindrisch ist; je mehr sie davon bemerkbar abweicht, um so mehr Punkte muss man durch Versuche auf der Scale bestimmen, wenn sie zuverlässig sein soll. — Die Länge der Aräometer von Richter beträgt zwischen 20 bis 22 Zoll, und bei den Wägungsversuchen braucht man nicht mehr als einen, höchstens 2 Cubikzoll Flüssigkeit. Es versteht sich, dass man beim Gebrauche dieser Instrumente die Temperatur nicht ausser Acht lassen darf, weil das specifische Gewicht der Flüssigkeiten sich mit der Temperatur verändert. Ich verweise im Uebrigen, was den Gebrauch der Aräometer zur Prüfung spirituöser Flüssigkeiten betrifft, auf das schon ausführlicher im VIII. Theile, pag. 147, Abgehandelte.

Man hat auch Aräometer zur Bestimmung sowohl des absoluten, als auch des relativen oder specifischen Gewichts fester Körper; dergleichen sind die von Guyton, Nicholson, Tralles u. A.; sie sind alle recht sinnreich, können aber doch immer nur zum Nothbehelf dienen. Beim Artikel *Waage* will ich die Senkwaage von Tralles beschreiben, die wegen ihrer leichten Tragbarkeit vorzüglich auf Reisen von Nutzen ist.

Athanor, — *Kohlenthurm,* bedeutet einen Aufbau auf chemischen Oefen, in welchen man eine grosse Menge Kohlen auf einmal bringen kann, die aus demselben, ohne entzündet zu werden, zum Verbrennen in den Ofen fallen, so dass man auf längere Zeit des Nachfüllens überhoben ist. Taf. I. Fig. 11 ist der Durchschnitt eines solchen, auf einer Sandcapelle angebrachten, Kohlenthurms. *B* ist der eigent-

liche Athanor, aus Blechplatten, oder aus Gusseisen gegossen. *A* ist dessen Deckel, der nach dem Einfüllen der Kohlen luftdicht aufgesetzt wird, und zu diesem Endzwecke greifen die heruntergebogenen Kanten des Deckels in eine, mit feinem Sande gefüllte Rinne, womit die obere Oeffnung des Athanors umgeben ist. Die eine Seite des Athanors ist gegen den Feuerraum geneigt, so dass die Kohlen auf den Rost fallen. *D* ist der Feuerraum, mit welchem der Athanor durch eine gleich weite Oeffnung communicirt. *C* ist eine Sandcapelle, *E* der Ausgang für den Rauch, und *F* der Aschenraum, wodurch die Luft einströmt. In dem Maasse, als die Kohlen in dem Feuerraume verzehrt werden, fallen unaufhörlich andere aus dem Kohlenthurme nach; da aber dieser oben verschlossen ist, so nimmt das Feuer nicht dahin seine Richtung, sondern folgt dem Luftstrom. Die Thür des Aschenheerds muss mit mehreren grösseren und und kleineren verschliessbaren Zuglöchern versehen, auch muss die Klappe in der Zugröhre stellbar sein, so dass man den Zug nach Belieben mässigen kann. Zu Abdampfungen ist ein, an einer Sandcapelle angebrachter Athanor oft recht bequem und nützlich.

Atmometer, — ein von Leslie erfundenes Instrument zum Messen der Quantität von Wasserverdunstung in einer gegebenen Atmosphäre, ist schon im I. Theile, pag. 385, erwähnt.

Auslaugen und *Aussüssen* — bedeutet dasselbe wie Auswaschen.

Auswaschen. — Nachdem man einen Niederschlag auf das Filtrum gebracht hat, und die Flüssigkeit durchgelaufen ist, muss der noch im Niederschlag zurückbleibende Theil derselben mit Wasser abgespült werden. Dies nennt man *auf dem Filtrum waschen*, auslaugen, aussüssen, edulcoriren, elixiviren u. s. w. Bei dem Auswaschen hat man zu beachten, dass man nicht eher von Neuem Wasser aufgiesse, als bis das vorher abgegossene abgelaufen ist, denn sonst würde man den noch zurückgebliebenen Theil der Flüssigkeit nur unaufhörlich verdünnen. Mit Hülfe der Spritzflasche wäscht man auch beständig den Rand des Filtrums aus, damit nichts in demselben zurückbleiben kann, und zuweilen rührt man den Niederschlag durch einen stär-

keren Wasserstrahl auf, damit er sich nicht fest zusammenlege und den Durchlauf des Wassers verhindere. Sobald einige Tropfen des durchlaufenden Waschwassers beim Verdunsten auf einem polirten Platinspatel (siehe das Nähere bei Platinspatel) keine Spuren eines Rückstandes hinterlassen, ist das Auswaschen beendigt; so lange dagegen das Wasser hierbei noch etwas zurcklässt, muss das Auswaschen fortgesetzt werden, und will man sehr genau sein, so nimmt man diese Verdunstungsprobe auf Glas vor, auf welchem Flecken besser sichtbar sind.

Da das Auswaschen in der Regel, besonders bei gewissen Niederschlägen, eine zeitraubende Operation ist, so ist es ein grosser Vortheil, ein Mittel zu haben, wodurch sie bedeutend abgekürzt wird, und wodurch das Auswaschen vor sich gehen kann, ohne dass man dabei gegenwärtig zu sein braucht. Ich wende hierzu einen Apparat an, der nach demselben Principe, wie der bei dem Artikel: *Filtriren*, beschriebene Filtrirapparat eingerichtet ist. Taf. I. Fig. 12. ist derselbe abgebildet, auf ein Filtrirgestell aufgesetzt und mit dem darunter befindlichen Trichter. In den Hals einer gewöhnlichen Flasche *a* wird, vermittelst eines durchbohrten Korks, die Röhre, Fig. 13., eingesetzt. Diese Röhre bläst man sich aus einem Stück einer weiten Glasröhre, indem man ihre untere verengerte Oeffnung *a* nach oben biegt, und an die Seite, nahe an der Ausfluss-Oeffnung, jedoch in der Linie *bd*, ein kleineres Stück einer engeren Röhre *c* anlöthet. Die Erklärung der Wirkung dieses kleinen Instruments ist folgende: In dem Punkt *b*, wo das kleinere Rohr *c* in das grössere einmündet, findet eine Capillar-Attraction zu dem Wasser statt. Damit das Wasser aus der Flasche, in deren Oeffnung dieses Rohr sitzt, ausfliessen kann, muss Luft durch *b* eindringen. Um aber nun die Capillar-Attraction zu überwinden, ist eine Saugkraft erforderlich, die von der Höhe der Wassersäule bedingt wird, welche zwischen der Linie *bd* und *a* liegt. Je feiner die Oeffnung bei *b* ist, desto höher muss diese Wassersäule sein. Man kann dieses Rohr also nicht aus freier Hand machen, denn wenn *a* der Linie *bd* zu nahe liegt, so fliesst niemals etwas aus, und wenn *a* viel niedriger liegt, als zum Bewirken des Saugens erforderlich ist, so muss das Rohr tief in das Filtrum reichen

und weit unter der Oberfläche das Wasser ausfliessen lassen, anstatt dieses gerade in der Oberfläche zu thun. Daher muss man, bevor die Biegung gemacht wird und nachdem das Rohr *c* angelöthet worden ist, das Rohr mit einem Kork in einer mit Wasser gefüllten Flasche befestigen, die man in ein kleines Glas umkehrt, worin ein wenig Wasser enthalten ist, unter welchem das ausgezogene, noch gerade Rohr mündet. Dann dringt Wasser aus der Flasche und fährt fort in dem Glase zu steigen, bis die Wassersäule zwischen der Linie *bd* und der Oberfläche der Flüssigkeit in dem Glase der Capillarkraft in der Oeffnung bei *b* das Gleichgewicht hält. Dieser Abstand wird nun gemessen, das Rohr herausgezogen, getrocknet und gebogen, so dass die Oeffnung bei *a* um ein Haar tiefer kommt, wie der abgemessene Abstand. Ohne diese Vorsicht kann man nur zufälligerweise ein brauchbares Rohr bekommen. So lange die Oeffnung *a* nicht unter der Wasseroberfläche steht, fliesst nichts heraus, weil eine grössere Capillarkraft das Wasser in *a*, als bei *b*, zurückhält. Wird also die Flasche ins Filtrum gesetzt, so fliesst nicht eher Wasser aus, als bis man aus einem anderen Gefässe Wasser aufgegossen hat, so dass dieses mit der Oeffnung bei *a* gleich hoch zu stehen kommt. Wird jedoch *a* in Berührung mit dem Filtrum gesetzt, so fängt die Flasche an Wasser ausfliessen zu lassen, bis dass dieses sein bestimmtes Niveau erreicht hat. Es hat keinen Nutzen, die Oeffnung bei *b* sehr fein zu machen, um einen grossen Abstand zwischen der Wasseroberfläche in dem Trichter und *b* zu bekommen; denn dann sinkt oft das Wasser in dem Trichter sehr tief, bevor neues wieder anfängt auszufliessen. Nachdem die Flasche mit Wasser gefüllt und die Röhre darauf gesteckt ist, wird sie umgekehrt an ein Filtrirgestell über den Trichter mit dem auszuwaschenden Niederschlag gestellt, Wasser auf letzteren gegossen, und nun die Mündung der Röhre bis unter das Wasser-Niveau gebracht, wie es Figur zeigt. Sobald dieses bis zu einem gewissen Punkte gesunken ist, dringt durch die kleine Röhre *c* Luft in einzelnen Blasen in die Flasche, und es fliesst dafür eine entsprechende Menge Wassers auf das Filtrum aus. Damit sich dieses aber auf der Oberfläche gleichförmig ausbreite und nicht etwa nur an einem Punkte

durch einen im Niederschlag entstehenden Kanal durchfliesse, ohne den übrigen richtig auszuwaschen, ist die untere Mündung der Röhre aufwärts gebogen. Auf die Entstehung solcher Ausflusskanäle ist überhaupt bei jedem Auswaschen zu achten, und der Niederschlag gut umzurühren, wenn sie sich gebildet haben, was man an dem schnellen Durchfliessen des Wassers sieht.

Will man mit Hülfe dieses Apparates mit warmem Wasser auswaschen, so füllt man die Flasche mit siedendem Wasser, und überzieht sie entweder mit einem Pelzfutterale mit nach Innen gekehrter rauher Seite, oder man umgibt sie mit einem hölzernen Futteral, worin sie von locker eingestopfter Wolle umgeben ist.

Endlich möchten auch hier einige Worte über das Waschen der Hände nicht am unrechten Orte stehen; denn für diejenigen, welche sich mit chemischen Versuchen beschäftigen, hat diese Reinigung häufig grössere Schwierigkeiten als in gewöhnlichen Fällen. Alle Salze, Alkalien, Säuren u. s. w. machen die Haut, wenn sie darauf kommen, rauh und bereiten sie gleichsam durch Beitzen zur Aufnahme mancherlei fremder Stoffe vor, die nachher erst durch Abnutzung daraus wieder verschwinden. Auch gibt es für solche chemisch befestigte Stoffe kein anderes Reinigungsmittel, als die Abnutzung der Oberhaut. Zuweilen lässt sich indessen Citronensaft, Essig verdünntes kaustisches Ammoniak u. dergl., je nach der Natur des färbenden Stoffes, mit Erfolg anwenden. Allein selbst nur mechanisch befestigter Schmutz, besonders Kohlenstaub, lässt sich öfters nicht durch einfaches Waschen mit Wasser und Seife wegschaffen, weil sich die schwärzenden Partikelchen in die Poren der Haut eingesenkt haben, und die Hand beim Waschen darüber weggleitet, so dass, wie viel Mühe man sich auch geben mag, die Schwärze doch nicht wegzubringen ist. Diesem Uebelstande ist jedoch leicht abzuhelfen, wenn man die Hände zuerst mit Baumöl einschmiert und darauf mit Seife wäscht, und ganz besonders die schwärzesten Stellen mit einer kleinen, steifen Bürste und Seife bürstet. Die Borsten derselben nehmen durch ihr Eindringen in die kleinen Vertiefungen der Haut die färbende Kohle weg, was jedoch ohne Beihülfe des Oels nicht recht vollständig gelingen

würde. Bei dem Reinigungsgefässe im Laboratorium muss man stets mit einer solchen Bürste versehen sein, und auf die Reinigung der Hände nach chemischen Versuchen Sorgfalt verwenden; denn solche Zeichen des Fleisses sind für Andere so unangenehm wie für uns selbst. Flecken von Theer, Leinölkitt u. dergl., die mit Seife nicht weggehen, reibt man zuvor mit etwas Baumöl ein; Harz und Flecken von Lackfirniss nimmt man mit Alkohol weg.

Barometer, — ein allgemein bekanntes Instrument, womit man den Druck der Atmosphäre misst. Es besteht aus einer, an dem einen Ende zugeschmolzenen Glasröhre, von mehr als 26 Decimalzoll (ungefähr 0,85 Meter) Länge, welche man mit Quecksilber füllt, von Luft befreit und in ein Gefäss mit Quecksilber umstürzt. Das Quecksilber sinkt dann in der Röhre so weit herunter, bis die Höhe der darin stehenbleibenden Quecksilbersäule, von der Oberfläche des äusseren Quecksilbers bis zu der des innern Quecksilbers gerechnet, der Atmosphäre das Gleichgewicht hält, d. h. bis die Quecksilbersäule eben so viel wiegt, wie eine Luftsäule von demselben Durchmesser, aber von der ganzen Höhe der Atmosphäre. Da die Höhe dieser Luftsäule täglich innerhalb gewisser Gränzen verändert wird, so verändert sich auch die Höhe der Quecksilbersäule im Barometer. Für Versuche mit Luftarten ist es sehr häufig nothwendig, das Barometer zu beobachten. Hierzu muss man entweder mit einem Heberbarometer versehen sein, d. h. einem Barometer, dessen Röhre unten so umgebogen ist, dass, wenn sich der Stand des Quecksilbers ändert, dasselbe in dem kürzeren Schenkel um eben so viel steigt, als es in dem obern und längern fällt, und ein solches Barometer muss mit einer beweglichen Scale versehen sein, vemittelst deren man genau messen kann, um wie viel die Quecksilbersäule in dem längern Schenkel länger ist als in dem kürzern, wodurch man den Barometerstand findet. Oder auch muss man ein Barometer haben, welches so eingerichtet ist, dass die Oberfläche des Quecksilbers in dem äussern Gefässe bei jeder Beobachtung vollkommen auf dieselbe Höhe gebracht werden kann, und hierzu ist ein gewöhnliches, zu Wetterbeobachtungen eingerichtetes Barometer nicht brauchbar.

Wenn man die Tension flüchtiger Körper ausmitteln

will, so bedient man sich einer geraden, an dem einen Ende zugeblasenen Barometerröhre die man mit Quecksilber füllt und in dem Quecksilberapparat umkehrt, worin man sie in einer senkrechten Stellung befestigt. Hierauf lässt man ein wenig von der flüchtigen Flüssigkeit hinaufsteigen, und zwar in dem Verhältniss, dass ein ganz klein wenig davon in flüssiger Form auf dem Quecksilber in der Röhre bleibt. Um so viel nun das Barometer niedriger steht als das gewöhnliche, bedeutet für diese Temperatur die Tension der flüchtigen Flüssigkeit.

Bei den oben angegebenen Verdunstungen im luftleeren Raume bedient man sich sehr kleiner Barometer, wodurch sich ein sehr geringer Druck beobachten lässt. Fig. 14. zeigt ein solches; *AB* ist eine 3 Zoll lange Glasröhre von dem Durchmesser eines Gänsekiels, die bei *A* zugeschmolzen, und bei *B* so viel zusammengeschmolzen ist, dass die Oeffnung so fein wird, dass man die Röhre, wenn sie mit Quecksilber gefüllt ist, umwenden kann, ohne dass etwas herausfällt. Diese Röhre füllt man mit Quecksilber, und wenn sich darin kleine Luftblasen zeigen, so nimmt man sie vermittelst einer feinen, auf einem Stahldrath befestigten Feder, oder mit einer Pferdehaarschlinge weg. Man stellt es darauf in die ebenfalls an dem einen Ende zugeblasene Röhre *CED*, die etwas weiter, und worin etwas Quecksilber enthalten ist. Das Ganze kommt dann auf einen kleinen hölzernen Fuss *E* zu stehen. Setzt man dieses Barometer unter eine Glocke und macht sie luftleer, so fällt das Quecksilber in der innern Röhre, und zeigt, da es immer etwas höher als in der äussern steht, den Druck unter der Glocke an. Ein ähnliches, wiewohl schwieriger anzufertigendes Instrument zu gleichem Endzwecke und auf einem ähnlichen Fuss befestigt, ist Fig. 15. Das Quecksilber fällt in *bd* und steigt in *cd*, bis dass es in beiden fast gleich hoch steht. Dies ist das gewöhnliche Barometer für die Luftpumpe; es ist mit dem Ende *a* in eine Messinghülse gekittet, die auf die Luftpumpe luftdicht aufgeschraubt wird. Da es nicht selten Unfällen ausgesetzt ist, so muss man es selbst zu verfertigen verstehen. Es sei *ab*, Fig. 16., die gerade bei *b* zugeschmolzene Röhre, woraus es gemacht werden soll, und *c* und *d* die Stellen, die den Krümmungen *c* und *d* in Fig.

Fig. 15. entsprechen sollen. Man giesst das Quecksilber bis zu *e* ein, befreit es durch Kochen sorgfältig von aller Luft, und biegt hierauf die Röhre zuerst in *c*, und dann in *d*, aber mit grosser Vorsicht, dass das Quecksilber nicht auf das heisse Glas falle. Nachdem so die Röhre gebogen und erkaltet ist, läst man allmählig kleine Tropfen Quecksilber hinein, und lässt sie durch Drehung der Röhre in *db* fliessen, bis dass *db* gefüllt ist, und das Quecksilber, wie Fig. 15. zeigt, $^1/_2$ Linie hoch in *cd* steht. Durch Einbringung einer Pferdehaarschlinge wird diese Füllung sehr erleichtert, aber ohne *eb* zu füllen, während die Röhre noch gerade ist, bekommt man es niemals luftleer.

Bad nennt man in der Chemie die Einrichtung, wenn das Gefäss, worin ein Körper erhitzt wird, mit einer flüssigen oder pulverförmigen Substanz, auf welche die Hitze einwirkt, umgeben wird. Man beabsichtigt dadurch ein gleichmässigeres Erhitzen zu bewirken, als es durch unmittelbare Einwirkung der Wärmequelle auf das Gefäss möglich ist. Die Materien, welche zu einem solchen Bad angewandt werden, sind Wasser, fettes Oel, Schwefelsäure Chlorzink, das leichtflüssige Metallgemisch aus Zinn, Blei und Wismuth, reine Talkerde, Sand u. s. w. Daher die Namen Wasserbad, Oelbad, Sandbad, u. s. w.

Chlorzinkbad. Chlorzink ist ein zerfliessliches Salz welches in einer syrupdicken Lösung sein Wasser mit einer solchen Kraft zurückhält, dass es höhere Temperaturen verträgt als + 100°, ohne in's Kochen zu kommen. Dieses Salz ist erst neuerlich zu diesem Behuf vorgeschlagen worden, aber es führt Uebelstände mit sich, die seinen Gebrauch beschränken. Bei fortgesetzter Erhitzung wird es allmälig concentrirt, so dass es nach geringer Abkühlung erstarrt. Das concentrirte Liquidum, welches sich bei gewöhnlicher Lufttemperatur flüssig erhält, geräth bei + 160° in's Kochen und entwickelt dann Salzsäure mit den Wasserdämpfen, beim Kochen spritzen unzählige feine Tropfen umher, und ist das Gefäss bedeckt, so fängt es an zu schäumen und steigt leicht über. Nachdem ich mich eine Zeit lang desselben bedient hatte, habe ich seinen Gebrauch ganz aufgegeben.

Metallbad. Hierzu wird das leichtflüssige Metallgemisch angewendet, welches bereits im Th. III., S. 366 beschrieben

worden ist. Es hat nicht die Uebelstände des Chlorzinks, dass es kocht und raucht, aber dagegen hat es andere. Man kann bei demselben keine Tiegel von Platin anwenden, sondern nur Tiegel von Porzellan oder Glas. Diese vertragen wiederum nicht den schnellen Temperaturwechsel, welcher stattfindet, wenn man das Gefäss in das vorher geschmolzene und stark wärmeleitende Metall einsenkt. Das flüssige Bad hat ein grosses specifisches Gewicht und es sind besondere Vorrichtungen erforderlich, um das Gefäss darin eingesenkt zu erhalten. Das Bad oxydirt sich auf der Oberfläche und es befestigen sich oft Theile davon fest an das Gefäss, die nur vermittelst Salpetersäure entfernt werden können. Uebrigens theilt das Bad seine Hitze gleichmässig und schnell mit, und sie kann bis zum Glühen gesteigert werden, was jedoch niemals in Frage kömmt, da man bei diesem Bad wohl immer nur die Anwendung einer gewissen Temperatur beabsichtigt, und höhere Temperaturgrade, als das Quecksilber-Thermometer verträgt, nicht bequem gemessen werden können.

Quecksilber in eisernen Gefässen würde das beste von allen sein, aber es verdunstet bei höheren Temperaturen so stark und übt auf die Gesundheit einen so gefährlichen Einfluss aus, das es niemals angewendet werden darf.

Oelbad. Fette Oele sind das bequemste Liquidum, welches man für ein Bad anwenden kann, dessen Temperatur + 100° übersteigen muss, aber nicht den Kochpunkt des Oels erreicht. Sie haben allerdings die Unbequemlichkeit, dass sie einen unangenehm riechenden Dampf verbreiten, aber dieser ist der Gesundheit nicht schädlich und kann unter einem Rauchfange weggeführt werden. Das Oel, welches auswendig an den Gefässen beim Herausnehmen hängen bleibt, ist leicht zu entfernen, wenn man das Gefäss noch warm mit Leinewand reibt und dann zur völligen Reinigung ein wenig grüne Seife darauf streicht, die mit Wasser wieder abgewaschen wird, was sehr schnell geht.

Sandbad. In sehr vielen Fällen kann das Erhitzen auf die Weise geschehen, dass man das Gefäss in eine Lage von Sand stellt, der durch Kohlenfeuer erhitzt wird. S. Art. *Sandcapelle.*

Talkerdebad. Wenn Tiegel von Platin, Tiegel oder Retorten von Porcellan oder Glas im Ofen bis zum Glühen erhitzt werden sollen, so stellt man sie in ein Bad von gebrannter Talkerde, die dann, je nach den Umständen, in hessische oder Tiegel von feuerfestem Thon eingeschlossen wird. Die Talkerde greift weder den äusseren Tiegel noch die in das Bad gestellten Gefässe an, und wenn auch die Hitze so hoch gestiegen war, dass der äussere Tiegel erweichte, so steht der innere lose und frei in dem Bad, in so fern er nicht mit der inneren Seite des äusseren Tiegels in Berührung gekommen war; er kann zum Wägen vollkommen rein herausgenommen werden. Die Anwendung von Talkerde hierzu ist von H. Rose eingeführt worden. Da sie nicht schmilzt, so kann sie von Neuem angewandt werden. Es ist hervorzuheben, dass die Magnesia alba, aus der die reine Talkerde bereitet wird, stets chemisch gebundenes kohlensaures Natron enthält, welches daraus nach dem Glühen durch Waschen mit Wasser entfernt werden muss, worauf man die Erde wieder ausglüht. Wird dieses versäumt, so greift das Natron die eingesetzten Gefässe an. Für Temperaturen, die nicht höher als bis zum gelinden Glühen gehen, kann Sand zu diesen Bädern angewendet werden. Aber die Talkerde hat immer den Vorzug wegen der Leichtigkeit, mit welcher die Aussenseite des erhitzten Gefässes rein erhalten wird.

Wasserbad, in früheren Zeiten auch *Marienbad* genannt, wird allgemein in den Fällen angewandt, wo die Temperatur nicht 100° übersteigen darf; eben so zum Abdampfen und Concentriren von Lösungen.

Die Vorrichtungen zu diesen Bädern sind sehr einfach. Ich nehme dazu Gefässe von Kupfer oder geschmiedetem Eisen, in der Form ähnlich den Platintiegeln, aber grösser. Sie sind 8 bis 9 Centimeter hoch und 1 Decimeter weit. Die beistehende Figur zeigt ihre Form. Mit 6 bis 10 Stück davon, die meisten von Kupfer und 1 oder 2 von Eisen, alle völlig gleich gross, hat man für ein Privat-Laboratorium genug. Als Wasserbad werden sie auf die Sandcapelle gestellt, zu $^4/_5$ mit

Wasser gefüllt, und die Abdampfschaalen bedecken ihre Oeffnung. In solchen Fällen, wo das Erhitzen oder Abdampfen in so kleinen Gefässen geschieht, dass sie die Oeffnung des Badgefässes nicht bedecken können, wende ich Deckel von Kupfer an, die zu allen Badgefässen gleich passen, und in der Mitte mit runden, verschieden grossen Oeffnungen versehen sind, von 7 oder 8 bis 4 Centimeter Durchmesser. Der die Oeffnung umgebende Rand des Dekkels ist abwärts gebogen. Die Figur zeigt einen solchen Deckel. Im Uebrigen sind die Maasse gleichgültig, ich gebe sie nur so an, wie ich sie gebrauche.

Die Gefässe zu diesen Bädern macht man auch von Porcellan. Sie sind sehr sauber, aber auch zerbrechlich. Versäumt man nachzusehen, wann das Wasser in dem Bade anfängt, weggekocht zu sein, so wird der Boden des Badgefässes leicht sehr stark erhitzt, und fällt dann ein Tropfen von condensirtem Wasser von dem übergelegten Gefäss herab, so wird das Gefäss zersprengt. Zum Bad mit Schwefelsäure eignen sie sich sehr gut, wenn ein solches einmal erforderlich ist. Man bekommt sie in der Porcellanfabrik zu Berlin, versehen mit kleinen dazu gemachten Evaporationsschaalen, die genau in die Oeffnungen einfallen. Die nebenstehende Figur *A* zeigt das Badgefäss im Durchschnitt und *B* die Evaporationsschaale. Das erstere fasst 6 bis 8 Unzen Wasser.

Zu einem grösseren Wasserbad bediene ich mich eines kupfernen Kessels mit oben eingebogenem Rande, wie die nebenstehende Figur *A* zeigt, der eine vollkommen kreisrunde Oeffnung hat, deren Peripherie von einem abwärts gebogenen Rande gebildet wird, der einen abgestumpften Kegel von 1½ Linien Höhe ausmacht, in welchen die Abdampfschaalen von verschiedener Grösse gestellt

werden können, so dass sie die Oeffnung ausfüllen. Wenn das Wasser in dem Kessel kocht, so werden die Dämpfe durch einen am oberen Rande angebrachten Hahn herausgelassen, den man mit einem Rohr verlängern kann, um die Dämpfe weiter von der Oberfläche der Abdunstungsschaale abzuleiten. *B* ist eine Abdampfschaale, die zeigt, dass auch Schaalen von grösserer Dimension, als die Oeffnung des Kessels ist, sich anwenden lassen. Der Kessel wird auf einen mit einer besonderen Rauchröhre versehenen Ofen gestellt, welche erstere um so besser ist, je weiter man sie von dem Kessel entfernt hat; am besten ist es, wenn man sie aus dem Ofen direct in einen gemauerten Schornstein führt. Lässt man die heisse Luft und den Rauch um den Kessel herum aufsteigen, so veranlasst dies das Hineinfallen von Rus und Flugasche, wodurch gewöhnlich das über die Schaale gelegte Papier unter solchen Umständen schmutzig, und recht oft an den Rändern von der aufsteigenden heissen Luft braun gebrannt wird.

Zum Oelbade bediene ich mich der oben erwähnten tiegelähnlichen Gefässe, theils von Eisen, theils von Kupfer. Sie werden über einer Spirituslampe mit cylindrischem Dochte erhitzt. Man setzt ein Thermometer in das Bad so ein, dass die Kugel sich in der Mitte der Oelschicht befindet. Durch einige Versuche glückt es bald, die Lampe so zu stellen, dass die beabsichtigte Temperatur erreicht und unterhalten wird. Mit einer Oellampe ist dies sehr schwer. Die Flamme der Spirituslampe dagegen kann mehrere Stunden lang eine gleiche Wärme-Entwickelung geben. Dabei geschieht es jedoch, dass wenn sich Personen in dem Zimmer bewegen, der Luftzug bemerkbare Schwankungen in der Temperatur bewirkt; sie können jedoch meist ganz vermieden werden, wenn man das Badgefäss aussen mit einem Cylinder umgibt, der von der Aussenseite des Gefässes 3/4 Zoll entfernt ist, und mit einem platten Ringe, der durch Löthung sowohl um das Badgefäss als auch an den Cylinder befestigt und oben geschlossen ist, wie die nebenstehende Figur zeigt. Die Temperatur-Abwechselungen des Luftzugs wirken dann nur auf den äusseren Cylinder, dessen Temperatur

durch die aufsteigende heisse Luftsäule schnell wieder hergestellt wird.

Bei diesen Versuchen besteht die eigentliche Schwierigkeit darin, den Körpern, welche in dem Bad erhitzt werden, dieselbe Temperatur zu geben, welche das Thermometer in dem Bade anzeigt. Dies ist insbesondere schwierig, wenn man Gefässe von Glas oder Porcellan anwendet. Die Körper, welche in einem Glaskolben erhitzt werden, erreichen die Temperatur des Bades oft nicht näher, als auf 8 bis 10 Grade. Dies beruht sehr auf dem Einfluss des Luftstroms, der oben vor dem Bade entsteht, wodurch es in der Oberfläche abgekühlt wird, und es kann sehr verhindert werden, wenn man das Bad mit einem Deckel bedeckt, der mit einer passenden Oeffnung für das Thermometer versehen ist, wodurch auch der Geruch des Oels weniger beschwerlich wird. Am sichersten ist es, um die Temperatur des Bades zu erreichen, kleine ringförmige Gefässe von Silber oder Platin und in Ermangelung derselben von dünnem Glas anzuwenden. Je geringer ihr Durchmesser ist, um so so sicherer wird das Resultat.

Man gebraucht noch eine andere Art von Oelbad; es ist ein kleiner vierseitiger Kasten von Kupfer, in den ein zweiter kleinerer mit Messinglöthung gleich einer Muffel so eingesetzt ist, dass zwischen beiden ein hohler Raum bleibt, der mit Oel gefüllt wird. Die Muffel, in welche die zu erhitzenden Substanzen gelegt werden, ist also überall mit heissem Oel umgeben, mit Ausnahme der vorderen Oeffnung, die durch eine Thür verschlossen wird. Der äussere Oelkasten ist oben mit zwei Oeffnungen, in Gestalt kurzer Röhren versehen. Die eine dient zum Eingiessen des Oels, die andere an der Seite befindliche zum Einsenken des Thermometers. Dieser Apparat wird auf einem Ofen mit Kohlenfeuer erhitzt und die Temperatur durch den Zug regulirt. Er ist bequem, wenn man viele Proben hat, die auf diese Weise behandelt werden sollen, aber er ist bequem auf Kosten der Genauigkeit; denn die Luft in der Muffel, in welche das Gefäss zur Erhitzung eingesetzt wird, bekommt niemals dieselbe Temperatur, wie das Oel in dem Bade, und sie ist aus leicht begreiflichen Gründen an der Thür, die durch die äussere Luft abgekühlt wird, nicht so hoch, wie

in dem hinteren Theil. Ausserdem geschieht die Mittheilung der Wärme, mit Ausnahme der Stelle, wo der Boden des eingesetzten Gefässes die Muffel berührt, nur durch Radiation von der Innenseite der Muffel. Die bei Anwendung dieses Apparats gemachten Temperatur-Bestimmungen sind niemals zuverlässig. Auch kann derselbe nicht wie die vorhin angeführten gebraucht werden, wenn man im luftleeren Raum bis zu einer gewissen Temperatur erhitzen will.

Basis, basisch. — Basis bedeutet im elektrochemischen Sinne den Gegensatz von Säure, und man versteht also darunter alle Körper, welche die sauren Eigenschaften der Säuren aufheben und mit ihnen Salze bilden können. Am stärksten finden wir diese Eigenschaften bei den Alkalien und alkalischen Erden, schwächer bei den Erden, und am schwächsten bei den Metalloxyden. Eine Basis ist also ein Alkali, eine Erde oder ein eigentliches Metalloxyd, und die Benennung gründet sich darauf, dass man die Basis als den characterisirenden Grundstoff der Salze betrachtet. *Basisch* bedeutet, für ein Salz gebraucht, wenn es Ueberschuss an Basis enthält, und für ein Oxyd, wenn es sich mit Säuren zu Salzen verbinden kann. Zwischen den Benennungen Basis und Radical machen wir den Unterschied, dass man erstere für Oxyde im Gegensatz der Säuren, und letztere für brennbare Körper im Gegensatz vom Sauerstoff gebraucht. So ist Kali die Basis im salpetersauren Kali, aber Kalium das Radical vom Kali.

Beitzen — heisst in der Färberei ein Zeug mit einer Flüssigkeit eintränken, welche die Eigenschaft hat, aus der Farbbrühe den Farbstoff in unlöslicher Verbindung niederzuschlagen. Ist z. B. ein Zeug in eine Auflösung von Alaun und Weinstein getaucht, und nachher getrocknet worden, so nennt man es *gebeitzt*, und die Flüssigkeit, worin es geschah, Beitzmittel oder Beitze. Wird hierauf das Zeug in eine Infusion, z. B. von Brasilien- oder Fernambuckholz gebracht, so schlägt sich der Farbstoff aus derselben auf das Zeug nieder und vereinigt sich mit der darin enthaltenen Thonerde. Die Färbung des Zeugs bestand also darin, dass sich der Farbstoff mit der Thonerde auf und in die feinsten Fasern desselben niederschlug.

Beschickung, — ein hüttenmännischer Ausdruck, der das Gemenge von Erz, Flussmittel und Kohle bedeutet, welches zur Ausscheidung des Metalles in einem Ofen verschmolzen wird.

Beschlag — wird ein Ueberzug auf Gefässen genannt, die einer höheren Temperatur ausgesetzt werden sollen. Man beschlägt besonders gläserne Gefässe, und erlangt dadurch den Vortheil, dass sie bei einer Temperatur, bei der sie sonst erweichen und zusammensinken, ihre Form behalten. Ein solcher Beschlag auf dem Bauch einer gläsernen Retorte wird auf die Weise gemacht, dass man ihn vermittelst eines Pinsels einigemal mit einem dünnen Mörtel, am besten von feuerfestem Thon, halb gebranntem und halb ungebranntem, bestreicht. Manche pflegen auch $1/_5$ vom Gewichte des Thons Kuhhaare oder ganz kurzgehacktes Stroh zuzusetzen, damit die Masse beim Trocknen besser zusammenhänge; es erfordert aber viel Arbeit, diese Substanzen gleichförmig einzumengen. Auch kann man die Masse zu einem dünnen Kuchen ausarbeiten, auf den man dann die Retorte, nachdem man ihn auf seiner oberen Fläche mit etwas Wasser angefeuchtet hat, mitten aufsetzt und den Kuchen dann rund herum gleichförmig anknetet, worauf man den Beschlag langsam trocknen lässt.

Glasröhren, durch die man bei einer höheren Temperatur gasförmige Stoffe hindurchleiten will, versieht man am besten auf die Weise mit einem Beschlag, dass man sie mit dünnem Eisenblech umgibt, welches man mit Stahldrath umwindet. Das Glas erweicht zwar durch die Hitze und wird durch den Druck des durchgehenden Gases erweitert, allein dies geht nicht weiter, als bis zur völligen Berührung mit dem umgebenden Eisenblech. Es geschah mir oft, dass wenn das Blech ein Loch nur wie ein Stecknadelkopf gross hatte, das weiche Glas dadurch ausgeblasen wurde, und sich so ein Loch im Glase bildete. Ich habe gefunden, dass solche mit Eisenblech umgebene Glasröhren in vielen Fällen die theuren und oft schwer zu habenden Porcellanröhren ersetzen können.

Retorten, von gewöhnlichem Töpfer- und von feuerfestem Thon, werden bei höherer Temperatur undicht, so dass sie, ohne geborsten zu sein, die daraus zu destilliren-

den Stoffe hindurchlassen, wie es z. B. bei der Destillation von Phosphor in steinernen Retorten der Fall ist. Um diesem abzuhelfen, belegt man sie mit einem eigenen Lutum, welches man aus einer Auflösung von einer Unze Borax in Wasser macht, die man mit frisch gelöschtem Kalk zu einem dicken Brei anrührt, womit man dann die Retorte bestreicht. Nachdem dieser Ueberzug getrocknet ist, bedeckt man ihn noch mit einem Lutum aus Leinöl und gelöschtem Kalk, die man zu einer zusammenhängenden plastischen Masse zusammengestampft hat. Nach einigen Tagen ist es trocken und die Retorte brauchbar. Bekommt sie während der Operation einen Riss, so lässt sich dieser noch während des Glühens mit demselben Oelkitt verstopfen. Eine so beschlagene Retorte hält im Glühen luftdicht und kann bei vorsichtiger Behandlung mehrere Male gebraucht werden.

Flintenläufe, die sehr hohen Temperaturen ausgesetzt werden sollen, wie z. B. bei der Bereitung von Kalium, beschlägt man mit feuerfestem Thon, der aus gebranntem und ungebranntem gemischt ist. Der Beschlag verhindert sowohl die Oxydation, als die Vereinigung des Eisens mit Kohlenstoff, in welchem letzteren Falle es ebenfalls schmelzen würde.

Beuteln, — eine pharmaceutische Operation, die so viel als durch Leinen sieben heisst. Das Gepulverte wird in ein Leinentuch gelegt, und dieses zu einem Beutel ohne Saum zusammengebunden, welcher nun beim Schütteln das feinste Pulver durch seine Poren hindurchfallen lässt. Um das Stauben zu verhindern, hält man dabei den Beutel in ein weites Glas, indem man dasselbe mit dem über der Zubindung befindlichen Theil des Leinentuchs überbindet.

Calciniren — bedeutet bei den älteren Chemikern Brennen oder Glühen im offenen Feuer und *calcinirt* dasselbe, wie geglüht; so z. B. bedeutet calcinirte Pottasche dasselbe, wie stark durchgeglühte Pottasche. Das Wort stammt davon her, dass die Chemiker die Metalloxyde früher Metallkalke (Calces Metallorum) nannten, und calciniren so viel hiess, als oxydiren.

Capelle. — In der Chemie gibt es zweierlei Capellen. Die eine Art ist ein kleines, aus Knochenerde verfertigtes Gefäss, worauf im Probirofen das Silber mit Blei abgetrieben

wird, um den Grad seiner Reinheit auszumitteln. Im III. Th. p. 271 ist beim Silber diese Operation beschrieben.

Die andere Art, die *Sandcapelle*, s. *Sandbad*.

Caput mortuum, — ein alchemistischer Ausdruck, der den nach einer Destillation in der Retorte bleibenden Rückstand bezeichnet. Man verglich diese Masse mit einem todten Kopf, aus dem die Destillation den Geist, den Spiritus, ausgetrieben hatte.

Cementiren, — mehrere Substanzen schichtweise über einander legen, und so der Einwirkung der Luft oder des Feuers aussetzen.

Circuliren, — eine nicht mehr gebräuchliche Art zu digeriren. Man gebrauchte hierzu Kolben mit Helm aus einem Stück und durch Röhren so mit einander verbunden, dass die in dem Helm sich condensirende Flüssigkeit stets wieder in den Kolben zurückfloss. Dieser Apparat ist nun gänzlich abgeschafft, weil er flüchtige Flüssigkeiten nicht so vollständig condensirte, dass er ohne alle Gefahr gewesen wäre.

Cohobiren, — bei einer Destillation das Destillat zu wiederholten Malen in die Retorte zurückgiessen und von Neuem destilliren. Diese Operation wird in den Fällen angewendet, wo man Körper bei höherer Temperatur der Einwirkung flüchtiger Materien aussetzen will, wobei in offnen Gefässen sich ein Theil des Lösungsmittels verflüchtigen, oder in verschlossenen dieselben sprengen würde, wenn man es nicht in einem kälteren Theile des Apparats condensirte.

Concentriren, — stärker machen, sagt man von einer mit Wasser verdünnten Säure, von einer Salzlösung u. s. w., wenn man sie mehr oder weniger von ihrem Wasser befreit. Stoffe, die weniger flüchtig sind, als Wasser, concentrirt man durch Abdunstung, und solche, die flüchtiger sind, durch Abdestilliren vom Wasser. Auch durch Gefrieren lässt sich mitunter das Wasser wegschaffen, indem dadurch der ungefrorne Theil concentrirter wird. — Concentrirt ist also der Gegensatz von verdünnt.

Condensator, — siehe *Electroscop*.

Condensiren — wird gesagt, wenn ein Gas oder Dampf aus der Gasform in die feste oder flüssige Form versetzt wird.

Cupelliren, — Silber oder Gold durch Abtreiben mit Blei auf der Capelle oder dem Test reinigen.

Decanthiren, — ein pharmaceutischer Ausdruck, heisst die klare Flüssigkeit abgiessen, nachdem sich die Trübung zu Boden gesetzt hat.

Decoct — nennt man in der Pharmacie eine Auflösung, die durch Kochen eines Pflanzen- oder Thierstoffs mit Wasser erhalten wird. Ein gewöhnliches Recept zu Decocten von Pflanzenstoffen ist, 1 Unze des letzteren mit $^{1}/_{2}$ Quart Wasser zu kochen, bis so viel verdunstet ist, dass das geseihte Decoct etwa $^{1}/_{4}$ Quart betragen kann. Von scharfen Stoffen wird weniger genommen; für jeden schreibt die Pharmacopöe eine bestimmte Dosis vor; zu schwerlöslichen wird mehr Wasser genommen, um bei dem nöthigen längeren Kochen mehr verdunsten zu lassen.

Decomponiren, — einen Körper in seine Bestandtheile zersetzen, in chemischem Sinne zerlegen.

Decrepitiren — wird von Substanzen gesagt, wenn sie beim Erhitzen zerknistern, wie z. B. Kochsalz, schwefelsaures Kali. Siehe das Weitere Bd. I. p. 424.

Dephlegmiren, — ein nicht mehr gebräuchlicher chemischer Ausdruck für concentriren, kommt von *Phlegma* (Schleim), welches bei den älteren Chemikern das Wasser in einer sauren oder spirituösen Flüssigkeit bedeutete.

Dephlogisticiren, — ein in der phlogistischen Chemie gebrauchtes Wort, welches, in unsere jetzige Nomenclatur übersetzt, mit Sauerstoff vereinigen, oxydiren heisst.

Deplacirungs- oder *Verdrängungs-Methode.* — Mit diesem Namen hat man die Behandlung von Stoffen zu bezeichnen angefangen, wodurch gewisse Theile aus ihnen extrahirt werden sollen, und zwar mit dem in Th. VI. p. 214 erwähnten Robiquet'schen Apparate.

Destilliren, — eine chemische Operation, wodurch eine flüchtige Flüssigkeit von weniger flüchtigen Materien geschieden, und der verflüchtigte Theil aufgesammelt und benutzt wird. Der Destillationsprocess ist noch nicht so sehr lange allgemein bekannt, und wie man glaubt, wurde er zuerst von den Arabern in ihrer blühenden Periode erfunden; wenigstens sind viele der älteren Benennungen von Destillationsgeräthschaften arabischen Ursprungs, wie z. B.

Alembik. Dioscorides, einer der berühmtesten Pharmaceuten Griechenlands, wusste von der Destillation nicht mehr, als dass ein kalter Schwamm, den man über einen kochenden Topf eine Zeit lang aufhängt, aufquelle, und dass man daraus flüssiges Wasser ausdrücken könne. Die ersten Nachrichten, die man vom Destillationsprocess findet, sind aus den Schriften des arabischen Arztes Alrhazes genommen, worin er den Schnupfen mit einer Destillation vergleicht. »Der Magen, sagt er, ist der Destillirkessel, der Kopf der Helm, und die Nase die Kühlröhre, aus welcher das Destillat heraustropft.« Daraus sieht man also, dass diese Operation zu seiner Zeit bekannt war. Seit etwas mehr als einem halben Jahrhundert hat sie sehr wichtige Verbesserungen erlitten.

Ich werde hier in der Kürze Einiges über die, sowohl im Grossen als im Kleinen, angewandten Destillations-Apparate anführen, erinnere aber ausdrücklich, dass das hier Gesagte keineswegs eine Anweisung für Destillateure im Grossen sein soll, sondern nur den Endzweck hat, dem Studirenden eine theoretische Anschauung von der Operation zu geben.

Wenn diese Operation, wie beim Branntweinbrennen, bei der Destillation des Essigs und der destillirten Wasser in den Apotheken, im Grossen betrieben wird, so besteht der Apparat aus drei Theilen, deren Form für den Erfolg der Operation von dem wesentlichsten Einfluss ist. Diese sind der Kessel, der Helm und der Kühlapparat.

a. Für den Kessel wurde vor etwa 30 Jahren allgemein eine sehr unzweckmässige Form angewendet; er war doppelt so tief als weit. Da eine Flüssigkeit im Verhältniss zur Grösse ihrer Oberfläche schnell verdunstet und leicht kocht, in dem Verhältnisse als die erhitzte Oberfläche gross, und die über dem erwärmten Boden befindliche Flüssigkeitsschicht dünn ist, so folgt hieraus, dass der Kessel um so leichter das zu Verflüchtigende abgeben muss, je ausgedehnter der Boden und je geringer die Höhe ist, und dass hierdurch um so mehr Zeit und Brennmaterial erspart werden kann. Seitdem in den meisten Ländern das Branntweinbrennen mit einer, nach der Grösse der Fabrikation sich richtenden Steuer belegt, und diese Grösse nach der Geräu-

migkeit des Kessels und der Menge bestimmt wurde, die damit, in beständigem Gang ihn gedacht, gebrannt werden konnte, so wurde es natürlicherweise für den Brenner von noch grösserem Gewinn, wenn er bei demselben Kesselinhalt seine Production verdoppeln konnte, und man könnte fast sagen, dass auf diese Weise die Branntweinsteuer die Ursache der Vervollkommnung des Brennapparates geworden sei. Mehrere mit den wissenschaftlichen Grundsätzen wohl vertraute Branntweinbrenner in Schottland machten deshalb Versuche, Destillationskessel zu construiren, die in der kürzesten Zeit die grösste Menge Branntwein liefern würden, und brachten es dahin, dass sie bei Anwendung von Kesseln, die 20 bis 30mal so weit als hoch waren, 200 bis 400mal in 24 Stunden brennen, und dadurch ein vielmal grösseres Quantum Branntwein, als mit anderen gleich hoch besteuerten Kesseln von der älteren unvortheilhaften Form, gewinnen konnten. Diese flacheren Kessel sind unter dem Namen der schottischen Kessel bekannt. Ihr Gebrauch wurde in Schweden im Jahre 1805 eingeführt, allein anfangs von der Regierung, wegen der Steuerveruntreuung, verboten. — Hinsichtlich der Form des Kesselbodens kommt man nun darin ziemlich überein, dass ein nach Innen convexer Boden vortheilhafter ist, als ein ganz ebener oder in entgegengesetzter Richtung convexer.

b) Der *Helm* ist noch häufigeren Veränderungen unterworfen gewesen. Die vor ungefähr 30 bis 40 Jahren in Schweden gebräuchlichen hatten ebenfalls eine unvortheilhafte Form. Von dem oberen Rande des Helms gingen zur Ableitung der Dämpfe 3 kurze Röhren aus. Dieser Apparat hatte den grossen Fehler, dass die grosse Oberfläche des Helms von der Luft abgekühlt und auf demselben viel von den beim Kochen gebildeten Dämpfen condensirt wurde und in den Kessel wieder zurückfloss, wodurch die ganze Operation verlangsamt wurde. Nachdem man diesen Uebelstand bemerkt hatte, veränderte man die Form des Helms, und brachte rund um den Hals herum eine Vertiefung an, aus welcher das Ableitungsrohr ausging; hierdurch gewann man so viel, dass alles im Helme Condensirte in diese Rinne herabfloss und da diese etwas gegen das Ableitungsrohr geneigt war, so konnte es dadurch abfliessen, statt in den

Kessel zurückzugehen. — Man hat nun gefunden, dass der Helm gar nicht gross zu sein und darin gar keine Condensirung vor sich zu gehen braucht; man macht ihn daher jetzt entweder sehr klein, oder man nimmt nur ein gebogenes kupfernes Rohr, welches mit seinem weiteren Ende genau in die Kesselöffnung, und mit dem kleineren genau in den Kühlapparat passt. Im Allgemeinen darf ein so gestalteter Helm nicht zu klein sein; je weiter seine untere Oeffnung ist, um so besser, weil er dann den nachdringenden Dämpfen um so geringeren Widerstand leistet, und die abkühlende Oberfläche auf einem weiteren Rohre relativ zur Menge der durchgehenden Dämpfe geringer ist, als auf einem schmäleren.

c) Der *Kühlapparat* ist derjenige Theil, in welchem die Dämpfe zur Flüssigkeit condensirt werden. Bei den älteren Kesseln bestand er nur in geraden Röhren, die durch ein mit Wasser und Eis gefülltes hölzernes Gefäss gingen, gewöhnlich zwei oder drei, je nachdem der Helm mit zwei oder drei Ableitungsröhren versehen war. Der Weg, den hier die Dämpfe zu durchlaufen hatten, war sehr kurz, und dies machte die Destillation zu den Zeiten im Jahre, wo man sich kein Eis verschaffen konnte, ohne grossen Verlust nicht möglich, da ein grosser Theil der Dämpfe unverdichtet durch das Rohr hindurchging. Man änderte daher die Form so ab, dass man statt 3 einzelner Rohre nur ein einziges nahm, das aber wenigstens 5 mal, und öfters noch vielmals darüber, spiralförmig gewunden war und nach unten beständig schmäler wurde, wie Taf. II. Fig. 2 zeigt. Dieses gewundene Rohr wurde nun in das Kühlfass eingesetzt und mit Wasser umgeben. Es war dies eine sehr grosse Verbesserung, die auch jetzt noch allgemein im Gebrauch ist. Ihre Vortheile bestehen in einer vollständigen Abkühlung und in der Leichtigkeit, womit man den Apparat reinigen kann; allein er ist schwer zu machen und noch schwerer zu löthen, wenn er undicht geworden ist. Diese Umstände veranlassten noch fernere Untersuchungen, ob sich nicht eine eben so gute, aber leichter darstellbare Kühlgeräthschaft auffinden lasse. Eine solche wurde 1790 vom Bergrathe Norberg erfunden, welcher auf die Verfertigung dieser Kühlgeräthschaft ein ausschliessliches Privilegium bekam. Norberg's

Kühlapparat bestand aus einem dünnen, hohlen Parallelepipedum, oder einem sehr schmalen, zwischen 2 breiten und 4 sehr schmalen Seiten eingeschlossenen Raum, Taf. II. Fig. 3., der in das Kühlfass eingesetzt und mit Eis oder Wasser umgeben wurde. Ehe aber noch diese Erfindung allgemeines Zutrauen gewonnen hatte, erfand der Baron Gädda eine andere, noch bessere Kühlgeräthschaft, welche Erfindung er der Kupferschmieds-Innung zur freien Benutzung überliess; und sowohl hierdurch, als auch durch seine vortheilhaftere Construction, verdrängte er Norberg's Erfindung fast bis zur Vergessenheit. Gädda's Kühlapparat, Figur 4, besteht aus einem sehr schmalen Raum, gebildet durch die Wände zweier in einander gesetzter abgestumpfter Kegel von Kupferblech, und oben und unten durch zwei aufgelöthete zirkelrunde Blechstreifen; wie Figur zeigt, geht also durch den kleineren inneren Kegel ein hohler Raum. Der innere Raum, worin die Dämpfe condensirt werden sollen, ist nach oben weiter, weil da der Dampf noch warm und ausgedehnter ist, und nimmt nach unten zu ab. Oben werden die Dämpfe durch eine weite Röhre eingeleitet, und unten auf der entgegengesetzten Seite die condensirte Flüssigkeit durch ein schmales Rohr ablaufen gelassen. Der Boden des Kühlraumes ist gegen das Ableitungsrohr geneigt, und muss, damit der Apparat eben so leicht wie das Spiralrohr zu reinigen sei, wenigstens mit 6 bis 10 Grad gegen die Horizontallinie geneigt sein, wodurch das Zurückbleiben von Flüssigkeit darin verhindert wird. Dieser Kühlapparat steht in dem Kühlfass auf drei eisernen Füssen. Beim Wechsel des Wassers in dem Kühlfasse während der Destillation giesst man das kalte durch den mitten im Apparat gebildeten hohlen Raum, wodurch es, ohne sich mit dem warmen zu vermischen, zum Boden gelangt, während eine entsprechende Menge warmen Wassers durch eine oben am Fasse angebrachte kleine Rinne abfliessen kann. Bei hinreichend oftem Zugiessen von kaltem Wasser ist der Gebrauch von Eis durchaus nicht nöthig.

Ein anderer Kühlapparat ist von Weigel erfunden worden. Er besteht in einem dünnen, breiten und langen, von Kupferblech gebildeten Raum, in welchen die Dämpfe zur Condensirung eingeleitet werden. Aeusserlich ist er von einem Futterale von Holz oder Kupferblech umgeben, wel-

ches, je nach der verschiedenen Grösse des Apparats, Raum für ½ bis einige Zoll tief Wasser um das kupferne Rohr lässt. Dieser Raum wird mit Wasser gefüllt, und indem der Apparat gegen das Helmrohr geneigt gestellt wird, wird am untern Ende durch ein aufrecht stehendes Rohr Wasser eingefüllt, und durch den Druck der Wassersäule in diesem Rohre beständig nach dem oberen Theile des Apparates hinaufgetrieben, wo es durch ein besonderes Rohr wieder abfliesst. Fig. 5. zeigt diese Vorrichtung im Durchschnitte, und Fig. 6. von vorn, wo der Dampfraum von dem umgebenden Wasserraume verdeckt ist. Diese Kühlgeräthschaft hat besonders das Eigenthümliche, dass sie mit der geringst möglichen Menge Wassers vollkommen abkühlt; denn man kann den Zufluss des Wassers so reguliren, dass das oben abfliessende beständig + 60° hat, wobei sich der Kühlapparat auswendig ungefähr 2 Zoll weit von oben warm anfühlt, allein in einer Entfernung von 6 Zoll von oben vollkommen kalt ist. Da es eine grosse Erleichterung in der Arbeit ist, mit der geringsten Menge Wassers abkühlen zu können, so hat man nachher Weigel's Idee, durch einen beständig fortgehenden Wasserstrom abzukühlen, mit Gädda's vortheilhafterer Form für den Abkühlungsraum verbunden. Dies hat den Vortheil, dass das, den eigentlichen Kühlapparat umgebende Kühlfass ganz klein sein, und sowohl in Betreff der Haltbarkeit, als auch der Dichtheit, ohne bedeutend grosse Kosten aus demselben Metall wie der Kühlapparat selbst gemacht werden kann. Das Wasser wird alsdann durch ein an der Seite verlaufendes, am Boden des Fasses sich öffnendes Rohr geleitet, steigt von dem Kühlapparat allmählig erwärmt in die Höhe, und fliesst durch eine am Kühlfass angebrachte Röhre warm aus. Durch den Hahn, aus dem das Wasser aus einem höher stehenden hölzernen Reservoir in das Kühlfass fliesst, kann man dies stärker oder schwächer geschehen lassen, je nachdem es die Abkühlung bei der Destillation erfordert. Ich halte diese Verbesserung für eine der besten unter den bis jetzt bekannten Kühlgeräthschaften. Fig 6. zeigt eine der besten Constructionen nach diesem Princip, so wie man sie in Stockholm verfertigt. *ABCD* ist ein grosser kupferner Cylinder, *EFGH* ein kleinerer, welche oben und unten durch cirkelförmige Kupferstreifen mit

mit einander verbunden sind, so dass der Raum zwischen beiden mit Wasser vollgefüllt werden kann; der mittelste Theil *EFGH* ist dagegen unten und oben offen. In diesen cylindrischen Raum wird der Kühlapparat *ML* gestellt; durch die mit dem Trichter versehene Röhre wird das kalte Wasser zugelassen, und durch *K* fliesst es wieder aus. Bei *M* treten die Dämpfe ein, und durch *L* fliesst die condensirte Flüssigkeit aus.

Das Angeführte gilt von den Kühlgeräthschaften im Allgemeinen; für die Condensirung von Spiritus insbesondere hat man in neuerer Zeit mehrere Abänderungen erfunden, unter denen die vom Franzosen Isaac Berard eine der einfachsten und dem Zwecke entsprechendsten ist. Sie gründet sich darauf, dass Spiritus bei einer Temperatur dampfförmig bleibt, wobei Wasser condensirt wird, d. h. zwischen +80° und 100°. Würde man demnach bei einer Branntweindestillation 2 Kühlfässer anwenden, von denen das erste nur bis +80° oder etwas darüber abkühlte, so würden darin bloss Wasserdämpfe und nicht Spiritus condensirt werden, welcher letztere dampfförmig bis in das nächste Kühlfass gehen, und sich erst hier condensiren würde; man würde also hierdurch zu gleicher Zeit brennen und rectificiren oder läutern, was in mehrfacher Beziehung vortheilhaft wäre. Berard erlangte diesen Endzweck folgendermassen: Die Dämpfe aus dem Helm werden von einem Kühlfass aufgenommen, dessen Princip ich durch Fig. 7. am besten klar zu machen glaube; *AB* stellt ein Parallelepipedum von Kupferblech vor, in welches bei *A* die Dämpfe ein- und bei *B* ausgehen. Zur Verlängerung ihres Durchgangs ist der Raum durch Scheidewände so getheilt, dass je die zweite Scheidewand die Dämpfe oben und je die zweite dieselben unten hindurch lässt, dass also die Dämpfe in der Richtung der Pfeile in der Figur gehen. Dieser Kühlapparat steht in einem Fass, umgeben mit Wasser von + 80° bis 82°. Die dem Spiritus folgenden Wasserdämpfe werden hier condensirt; allein da sich das Wasser an den unten befestigten Scheidewänden ansammeln und den Apparat bald anfüllen würde, so hat eine jede derselben ein kleines Loch, durch welches dasselbe bis an die letzte Wand abfliesst, um daselbst von der Röhre *CD* aufgenommen zu werden, von welcher es wiederum in den

Kessel unter die Oberfläche der darin kochenden Flüssigkeit zurückgeführt wird. Dieses Wasser ist nämlich nicht ganz frei von Spiritus, und gibt diesen alsdann wieder ab, so wie es in den Kessel kommt. Die aus *B* tretenden Dämpfe werden in einem gewöhnlichen Kühlapparat condensirt und geben einen Spiritus von ungefähr 0,86 spec. Gewicht.

Zu kleineren Destillationen gebrauchte man ehemals eine, auf dem Helm selbst angebrachte Kühlanstalt. Ein solcher Helm wurde ein *Mohrenkopf* genannt. Fig. 8 stellt einen solchen vor; er ist eigentlich weiter nichts als ein Helm, der auf dem Boden eines kupfernen Eimers sitzt, in den man kaltes Wasser giesst, und das man so oft erneuert, als es warm wird.

Bei Destillationen von Spiritus pflegt man denselben gewöhnlich durch die Röhrenmündung des Kühlapparats vermittelst eines offenen Trichters in ein darunter stehendes Gefäss laufen zu lassen. Hierbei muss natürlicherweise viel Spiritus verdunsten. Da man aber das Gefäss nicht luftdicht an die Röhre des Kühlapparats anlutiren darf, so ist es am besten, sich ein besonderes gebogenes Rohr von Kupfer zu halten, welches genau an die Mündung des Kühlapparats passt und das Destillat in das unterstehende Gefäss hinableitet, so dass der Spiritus nicht mit einer sich stets wechselnden Luft in Berührung kommt, wodurch die Verdunstung hinlänglich verhindert wird.

Destillationen im Kleinen bei chemischen Versuchen werden gewöhnlich in eigens dazu bestimmten gläsernen Gefässen, den Retorten (siehe *Retorte*), vorgenommen. Sie erfordern selten besondere Kühlanstalten, sondern man lutirt einen Glaskolben an die Retorte an, legt die Kugel des ersteren, wenn es nöthig ist, in ein Gefäss mit kaltem oder mit Eis gemengtem Wasser, und bedeckt sie mit nassen Tüchern. Eine andere, ganz einfache Abkühlungsart für gläserne Vorlagen besteht darin, dass man aus einem Trichter Wasser in feinem Strahl oder tropfenweise auf die mit einem Leinentuche bedeckte Vorlage fliessen lässt, wie es Fig. 9. Taf. II. zeigt. *A* ist eine mit der Vorlage *B* verbundene Retorte; die Vorlage ist mit einem leinenen Tuche, oder besser mit einem dicht anliegenden Netz bedeckt, und liegt in der Schaale *C*, die auf einem Strohkranze auf einem

Filtrirgestelle *E* steht. *D* ist ein Trichter, dessen Hals entweder in eine mit einem Hahn versehene Messingfassung gekittet, oder wasserdicht durch einen durchbohrten, in die Fassung eingesetzten Kork gesteckt ist. Man kann sich, in Ermangelung einer messingenen Fassung, unter anderm auch so helfen, dass man in den Trichter blos ein Filtrum von Löschpapier legt, und so das Durchfliessen des Wassers durch den Trichter verlangsamt. Wenn sich zu viel Wasser in der Schaale angesammelt hat, wird es mit einem Heber abgezogen. — Bei solchen Destillationen ist es eine Hauptsache, dass sich so wenig wie möglich in dem Gewölbe der Retorte condensire, weil dieses wieder in dieselbe zurückfliesst, und so nur eine Circulation zwischen den oberen und unteren Theilen der Retortenkugel entsteht. Letztere muss daher bei der Destillation weniger flüchtiger Flüssigkeiten mit einem Schirm bedeckt werden, welcher sie zwar nicht berühren, aber auch keinen grossen Zwischenraum lassen muss, und zu diesem Schirm nimmt man am besten, wo es angeht, eine die Wärme schlecht leitende Substanz. Auf Sandcapellen nimmt man dazu eine dünne Pappe, und in offnem Feuer unverzinntes Eisenblech. (S. ferner *Ofen.*)

Ein höchst zweckmässiger Destillationsapparat für chemische Laboratorien ist Taf. I. Fig. 17 abgebildet. Es ist ein Kühlapparat, der den Vortheil gewährt, für die Destillation sowohl sehr grosser, als auch sehr kleiner Quantitäten anwendbar zu sein, indem er sich mit Leichtigkeit mit Destillationsgefässen von der verschiedensten Grösse und Form verbinden lässt. Ganz besonders eignet er sich für die Destillation sehr flüchtiger Flüssigkeiten, und bei Anwendung von etwas langhalsigen Kolben hat man niemals eine Verunreinigung des Destillats durch emporgespritzte Theilchen zu befürchten. Er besteht aus einem 2 bis 3 Fuss langen Glasrohr *abc*, von ungefähr $^3/_4$ Zoll Weite, welches an dem einen Ende in einen 4 bis 5 Zoll langen, bei *b* in einem stumpfen Winkel gebogenen, schmalen Schnabel *bc* mit ziemlich enger Mündung ausgezogen ist. Dieses Rohr wird vermittelst durchbohrter Körke durch ein zweites Rohr *edf* gesteckt, welches ebenfalls von Glas sein kann, am besten aber aus Weissblech oder Zinkblech gemacht und lackirt wird. Dieses äussere Rohr hat ungefähr 3 bis 4 Zoll

im Durchmesser und ist etwas kürzer, als das innere, so dass dieses an beiden Enden einige Zoll weit hervorragt. Zwischen beiden Röhren bleibt also ein Raum, und dieser wird mit dem zur Abkühlung dienenden Wasser gefüllt. Durch die Trichterröhre *e* wird es eingefüllt, bei grösseren Destillationen aus einem darüber stehenden, mit Hahn versehenen Wassergefäss, aus dem es beständig zuläuft, und bei *f* läuft das erwärmte Wasser durch die hier eingesetzte heberförmige Röhre wieder aus. Mit dem Destillationsgefäss wird dieser Kühlapparat durch die gebogene engere Röhre *h* vermittelst durchbohrter Körke in Verbindung gesetzt. Die Spitze *bc* des Destillationsrohrs passt in jede enghalsige Flasche, und in vielen Fällen kann es zweckmässig sein, sie dabei in das Destillat hineintauchen zu lassen. Man kann diesen Kühlapparat auf verschiedene Weise unterstützen und befestigen. Eine sehr bequeme Einrichtung ist ein Träger wie *g*, der jede Stellung und Bewegung gestattet, und dessen Einrichtung aus der Figur deutlich zu ersehen ist. Es versteht sich von selbst, dass man in vielen Fällen mit dem Rohr *abc* allein, ohne das äussere Kühlrohr, ausreicht; und bei sehr kleinen Destillationen kann man unmittelbar auf das Destillationsgefäss eine enge zweischenklige Röhre setzen, deren längerer, 2 bis 3 Fuss langer Schenkel als Kühlrohr dient, indem man ihn mit nassem Papier umgibt.

Eine der schwierigsten Destillationen in Retorten ist die der Schwefelsäure, weshalb ich hierüber Einiges insbesondere anführen will. Die Ursache dieser grösseren Schwierigkeit liegt darin, dass diese Säure wenig flüchtig ist, und während der Destillation schwefelsaures Bleioxyd absetzt, welches zu Boden sinkt, und von welchem alsdann das Kochen in explosionsähnlichen Stössen geschieht, wodurch die Retorte zerschlagen werden kann, oder wenigstens die Säure, statt überzudestilliren, mechanisch übergeworfen wird. Da es indessen von grosser Wichtigkeit ist, sich eine vollkommen reine Schwefelsäure verschaffen zu können, so war man darauf bedacht, hierzu ein Verfahren aufzufinden. Ich bewerkstellige diese Destillation auf folgende Weise: *A* in Fig. 10. Taf. II. ist ein niedriger und breit abgeschnittener Kegel von Eisenblech, in dessen Abschnittsfläche

die Retorte *B* genau passt, so dass sie bis zu $^1/_3$ hineinreicht. Um den äussern Rand dieses Kegels schüttet man Sand, um allen Luftzug zwischen demselben und der Fläche, worauf er steht, zu verhindern. Um den Kegel herum stellt man Ziegelsteine *EE*, und über die Retorte hängt man, $^1/_2$ Zoll weit vom Glase, einen zweiten Kegel von Eisenblech *C* auf, der eben so platt, aber an der Spitze nicht abgeschnitten ist. Die Retorte wird zur Hälfte mit Schwefelsäure gefüllt, und der Hals durch ein dünneres Ziegelsteinstück *FG* unterstützt. Darauf geschieht die Feuerung rund um die Retorte herum innerhalb der Ziegelsteine; nach einiger Zeit lang fortgesetztem vorsichtigen Feuern geräth die Säure in der oberen Hälfte in's Kochen, ohne dabei zu stossen, und da der übergehängte Kegel *C* die Kugel heiss erhält, so geschieht keine Condensation früher als im Halse, und die Tropfen aus demselben folgen so dicht auf einander, dass man in $1^1/_2$ Stunden ein Pfund Schwefelsäure überdestilliren kann. Die Vorlage muss von dünnem Glase sein, und der Retortenhals so weit in dieselbe reichen, dass die Tropfen nicht auf das Glas, sondern direct in die schon überdestillirte Säure fallen. Das in der Retorte sich absetzende schwefelsaure Bleioxyd sinkt zu Boden, und da die Erhitzung nur von den Seiten ausgeht, so kann in Folge des auf dem Boden angesammelten Niederschlags kein stossendes Kochen entstehen. — Mit weit weniger Gefahr habe ich später diese Destillation auch auf die Weise ausgeführt, dass ich durch Verdünnung der Säure mit Wasser zuerst das Bleisalz ausfällte, die geklärte Säure abgoss, in einer Platinschaale bis zur völligen Concentration abdampfte, und dann in einer Retorte in einem Capellenofen mit bedeckter Capelle (*s.* Luhme's *Ofen*) destillirte. Bei dieser Gelegenheit thut ein in die Retorte gelegter Platindrath vortreffliche Dienste; die Destillation geht ohne weiteren Anstoss vor sich, und man erhält ein vollkommen reines Destillat.

Trockne Destillation nennt man diejenige, wo eine trockne Substanz, gewöhnlich organischen Ursprungs, in einer Retorte der Einwirkung einer höheren Temperatur ausgesetzt wird, und die dabei entstehenden Producte gesammelt werden, welche gewöhnlich in Gasarten, einem sauren oder alkalischen Wasser, dünnerem und dickerem

Brandöl, und in der Retorte zurückbleibender Kohle bestehen.

Detoniren, verpuffen — sagt man von der zischenden Verbrennung, welche entsteht beim Anzünden eines Gemenges von einem brennbaren Körper mit salpetersauren, chlorsauren, bromsauren, jodsauren, selensauren, chromsauren u. a. Salzen, oder mit einem Oxyd von einem der edlen Metalle. Auch gebraucht man diesen Ausdruck für die mit Explosion erfolgende Vereinigung von Gasen.

Digeriren, — einen Körper eine Zeit lang der Einwirkung einer Flüssigkeit, bei einer Temperatur zwischen + 30° und dem Kochpunkte der Flüssigkeit, aussetzen.

Educt, — ein aus anderen Substanzen, besonders Pflanzen- und Thierstoffen, ausgezogener Bestandtheil, der darin vorher fertig gebildet war, und daraus nur abgeschieden worden ist.

Edulcoriren, — siehe *Auswaschen.*

Einkochen, — siehe *Abdampfen.*

Electrometer, Electroscop, — ein Instrument, womit man vorhandene freie Electricität entdeckt. Das einfachste ist Bennet's Electrometer, Fig. 11. Taf. II. *A* ist eine schmale Glasflasche mit abgesprengtem Boden, *BC* ein polirter Metalldrath, bei *B* mit einem runden Knopf, und bei *C* mit einem Oehr versehen, durch welches ein schmales Goldblättchen *CD* gezogen ist, so dass es auf beiden Seiten herabhängt. Gegenüber jedem der beiden Goldblattstreifen ist ein Staniolstreifen *EE* angeklebt, um durch Anziehung die Divergenz der beiden Goldblätter zu vermehren, wenn *B* einem schwach electrischen Körper genähert wird.

Volta's Electrometer ist wie jenes, nur dass statt der Goldblättchen 2 feine Strohhalme an kurzen Leinenfäden aufgehängt sind. Das Glas ist vierseitig und hat auf der einen Seite eine Graduirung zum Messen der Divergenz, wodurch dieses Instrument als ein relatives Maass der electrischen Tension in schwach electrischen Körpern brauchbar wird.

Bohnenberger's Electroscop übertrifft an Empfindlichkeit alle übrigen dadurch, dass er, statt der Belegung auf dem inneren Glase an dem Bennet'schen, 2 trockne electrische Säulen mit entgegengesetzt electrischen Polen

angebracht hat. Fig. 12. zeigt die Einrichtung. *AB* ist ein gewöhnliches Wasserglas, bedeckt mit einem gutschliessenden Deckel von Messing *CD*, der in der Mitte eine mit einer Hülse versehene Oeffnung *ab* hat, in welcher eine gut lackirte Glasröhre *abcd* sitzt; auf derselben ist eine kleine runde Messingscheibe *EF* festgekittet, an deren unterer Seite ein kleiner, mit dem Knopfe *e* endigender Metalldrath befestigt ist. Durch die Glasröhre hindurch geht ein anderer, in der Mitte von *EF* befestigter Metalldrath, welcher gleich unter dem Deckel im Glase mit einem Oehr endigt, worin 2 schmale Goldblättchen *gk* parallel aufgehängt sind. Zu beiden Seiten derselben sind 2 kleine trockene electrische Säulen *G* und *H* in länglichen Einschnitten in den messingenen Deckel festgeschraubt, und können dadurch von dem Goldblatte mehr entfernt oder ihm genähert werden. Wird dem Knopfe *e* freie Electricität mitgetheilt, so geht sie von da in die Goldblättchen, die dadurch sogleich divergiren, allein so, dass die entgegengesetzte Electricität von einer der trocknen Säulen das nächste Goldblatt anzieht. Ist es z. B. — *E*, so wird das dem + Pol am nächsten sich befindende Goldblatt von diesem angezogen, wodurch also zu gleicher Zeit die Art von freier *E* bekannt wird. Dabei wird dieses Instrument zugleich ein sehr guter Codensator durch Anwendung der Messingscheibe *IK*, die an einem nicht leitenden Handgriff befestigt, und auf ihrer unteren Seite mit einer dünnen Lage von Lackfirniss überzogen ist. Wird *IK* auf *EF* gelegt, und der Knopf desselben mit einem electrischen Körper, *IK* aber mit dem Finger berührt, so wird die Harzschicht geladen; bei Aufhebung von *IK* wird *E* in *EF* frei und zeigt sich an den Goldblättchen. Mit diesem Instrumente glücken Volta's bekannte Versuche über den Ursprung der Contacts-Electricität ganz vortrefflich. Hare hat die Veränderung daran angebracht, dass er nur ein Goldblatt und eine trockne Säule anwendet, die gegen das untere Ende des Goldblatts rechtwinklig gestellt und beweglich ist, so dass sich ihre Entfernung verändern lässt.

Elixir, — pharmaceutische Benennung für *unklare* Auflösungen in Weingeist. Die *klaren* heissen *Tincturen*.

Empyreumatisch, brenzlich, — für die Producte der trocknen Destillation organischer Stoffe gebräuchlich.

Entbindungs-Apparat, Entbindungs-Flasche. Bei chemischen Untersuchungen sind oft Gasentwickelungen auf nassem Wege zu machen. Dies geschieht gewöhnlich in Flaschen, die mit einem Kork versehen sind, durchbohrt mit zwei Löchern, von denen das eine eine Art Trichter aufnimmt, an dem sich eine cylindrische Röhre befindet, die nahe bis auf den Boden der Flasche reicht, und durch das andere geht ein kurzes in einen Winkel gebogenes Rohr (Tab. 1, Fig. 7, *A*). An dem horizontalen Theil des in einen Winkel gebogenen Rohrs hat man gewöhnlich eine Kugel geblasen, um das Liquidum aufzunehmen und zurückzuhalten, welches während der Gasentwickelung in dem Ableitungsrohr hinaufsprützen kann. In die Flasche wird der Körper gelegt, durch dessen Auflösung die Gasentwickelung bewirkt werden soll, durch den Trichter wird das Auflösungsmittel eingegossen. Hierbei ist es nöthig, im Verlaufe der Operation darauf zu achten, dass mit dem Lösungsmittel keine atmosphärische Luft hineinkomme. Ist die Röhre des Trichters schmal, so gehen Luft und das Eingegossene nicht neben einander vorbei, sondern es wird die Luft in der Trichterröhre in die Flasche getrieben, jedes Mal wenn neue Flüssigkeit eingegossen wird. Dieser Uebelstand wird vermieden, wenn die bis auf den Boden der Flasche gehende Röhre nicht gar zu enge und unten in eine feinere Oeffnung ausgezogen ist, wie Figur *B* zeigt.

Wiewohl die nun erwähnte einfache Vorrichtung dem Zweck entspricht, so stösst man doch häufig auf den unangenehmen Umstand, dass der Kork undicht wird und bei jedem Versuche vorher geprüft oder erneuert werden muss. Dies hat zur Einrichtung einer anderen und bequemeren Art von Gasentwickelungs-Flaschen Anlass gegeben, die zuerst in Frankreich angewandt worden ist, und die ich nach mehrjährigem Gebrauch als besonders bequem empfehlen kann. *A.* Taf. I. Fig. 18 ist eine Flasche von gewöhnlicher Form, aber an ihrer Wölbung ist gleich auf der Glashütte ein gebogenes und dann gerade abstehendes Glasrohr *B* festgelöthet. In den Hals ist ein etwas starkes, wenig konisches Glasrohr *CD* eingeschliffen, welches nahe bis auf den Boden der Flasche reicht. Dieses ist an beiden Enden offen, aber in dem oberen Ende mit einem einge-

schliffenen Glasstöpsel *E* versehen. Durch *CD* wird das Lösungsmittel eingegossen und das Gas tritt durch *B* aus. In *B* hat man einen Propf von Baumwolle eingeschoben, der zurückhält, was durch Spritzen das Gas begleiten kann. Für die Entwickelung von Gasen, die eine Erhitzung mit dem Liquidum erfordern, lässt man die Flasche im Boden rund machen, wie ein Kolben, z. B. für die Entwickelung von Chlorgas. Dann muss man auch Asbest statt Baumwolle in das Rohr einschieben. Der Stöpsel *E* hat den Zweck, einen Druck zu bewirken, wenn dieser erforderlich ist, oder den üblen Geruch von stinkenden Gasen zu vermeiden, z. B. Schwefelwasserstoff oder Chlor, durch die Gasblasen, welche von dem Boden aufsteigen und ihren Weg durch das Rohr nehmen. Man muss diese Flaschen von zweierlei Dimensionen haben, z. B. von $^2/_3$ und von $1^1/_2$ Liter Inhalt; die letztere Grösse für die Entwickelung von Wasserstoffgas und Kohlensäuregas, die oft lange fortgesetzt werden muss.

Gay-Lussac hat an der sogenannten elektrischen Wasserstoffgas-Lampe, oder an der Döbereiner'schen Platin-Lampe einen Gasbehälter angebracht, der sich mit Gas beständig gefüllt erhält. Das Princip davon ist, dass man in einer, mit saurem Wasser gefüllten Glasglocke ein Stück Zink aufhängt, so dass kein Theil davon niedriger steht, wie die nach unten gekehrte Oeffnung der Glocke. Das Zink löst sich dann auf und entwickelt Wasserstoffgas, bis die saure Flüssigkeit unter das Zink hinabgedrückt ist, worauf die Gasentwickelung aufhört. Wird dann eine Portion Gas oben herausgelassen, so dringt die Säure wieder hinein, sie trifft auf das Zink und die Glocke füllt sich auf's Neue mit Gas. Dieses Princip kann mit Vortheil in Laboratorien angewandt werden, insbesondere um immer Kohlensäuregas zur Hand zu haben. Man verfertigt den Apparat, wie beistehende Figur zeigt, aus einem gewöhnlichen Glaskolben *ab*, der einen etwas dicken Boden hat, in den man ein oder mehrere Löcher bohrt (s. Art. *Glasbohren*).

Auf die Mündung des Kolbens wird eine Messinghülse festgekittet, die mit Schraubengängen versehen ist, in welche eine andere Hülse oder ein Deckel *d* luftdicht aufgeschraubt werden kann. Dieser Deckel ist mit dem Hahne *c* versehen, in dessen obere Oeffnung ein gebogenes Glasrohr *e* befestigt ist, welches dann mit Hülfe eines Caoutschoucrohrs mit dem Apparat in Verbindung gesetzt werden kann, in welchen das Gas geleitet werden soll. Der Kolben wird bis an den Hals mit Marmorstücken gefüllt. Wird der Apparat mit geöffnetem Hahn in ein cylindrisches Gefäss *f* eingesenkt, worin eine abgepasste Quantität roher Salzsäure enthalten ist, die man mit so viel Wasser verdünnt hat, dass keine Salzsäure mit dem Gase wegdunsten kann, so dringt die Säure in den Kolben und die Gasentwickelung beginnt, die man fortfahren lässt, bis die atmosphärische Luft ausgetrieben ist. Wird dann der Hahn zugeschraubt, so füllt sich der Kolben mit Gas, welches die Säure herausdrückt. Der Kolben wird in seiner Stellung auf die Weise festgehalten, dass er in das Centrum des Bleideckels *g* eingekittet ist, mit dem man das Gefäss *f* bedeckt hat. Zwischen dem Boden des Gefässes *f* und dem Boden des Kolbens muss ein grösserer Abstand sein, als welcher die mit Kalk gesättigte Flüssigkeit aufnimmt, die sich da ansammelt. Durch das ungleich starke Oeffnen des Hahns wird die Schnelligkeit der Gasentwickelung nach Belieben moderirt. Wenn zuletzt die Flüssigkeit gesättigt zu werden anfängt, geschieht es, dass die Gasentwickelung nachlässt, bevor noch die Säure in dem oberen Theil der Flüssigkeit gesättigt worden ist. Man schraubt dann den Hahn zu, so dass die Flüssigkeit von der dann noch statt findenden Gasentwickelung herausgetrieben wird, vermischt die obere und untere Flüssigkeit sehr wohl mit einander, und öffnet den Hahn auf's Neue. Nachdem dies 2 bis 3 Mal wiederholt worden ist, muss die Flüssigkeit erneuert werden.

Dieser Apparat kann ausserdem auch sehr wohl zu einer anhaltenden Entwickelung von Wasserstoffgas benutzt werden, und er hat den Vortheil, dass man die Gasentwickelung beliebig langsam und schnell vor sich gehen lassen kann, was mit einer gewöhnlichen Entbindungsflasche nicht so leicht und so bestimmt zu erreichen ist; aber er kann nicht, wie

man sich vorgestellt hat, als ein Behälter für Wasserstoffgas betrachtet werden, um beim Gebrauch kleine Quantitäten Wasserstoffgas aufzusammeln, denn da dieses immer durch ein Rohr geleitet werden muss, welches Luft enthält, so bekommt man diese Luft dem Wasserstoffgase eingemischt. Man kann zwar versuchen, das Wasserstoffgas erst eine Weile durch die Röhrenleitung durchströmen zu lassen, bevor man es aufsammelt, aber es dauert lange, ehe die Luft völlig heraus ist. Für die Fälle, wo kleine Quantitäten reines Wasserstoffgas erforderlich sind, z. B. zu eudiometrischen Versuchen, ist es am besten, dass man eine verdünnte Schwefelsäure eine Weile kocht, um sie von Luft zu befreien, und sie dann in einer verkorkten Flasche erkalten lässt. Mit dieser Säure wird dann eine kleine konische Flasche gefüllt, die man innerhalb einer anderen Portion derselben Säure in einer Schaale umkehrt. Darauf wird ein Stück Zink an einem umgebogenen Platin- oder Kupferdrath befestigt, damit in der Flasche hinaufgeführt, wie die nebenstehende Figur zeigt, und allmälig wieder darin hinunter gezogen, so dass die Flasche sich vollkommen mit Gas füllt, welches dann mit Leichtigkeit zum Eudiometerrohr gebracht werden kann.

Eprouvette, — siehe *Messen*.

Etiquette — wird die Aufschrift auf Flaschen und überhaupt Verwahrungsgefässen im Laboratorium genannt. Die einfachste Art, diese Aufschriften zu machen, besteht darin, dass man sie auf Papierstreifen schreibt und auf die Gefässe aufklebt. Den besten Kleister hierzu erhält man, wenn Tischlerleim in einem starken Essig aufgeweicht und gekocht, und diese Masse während des Kochens mit feinem Mehl verdickt wird. Er haftet sehr gut und kann in einem weithalsigen Gefäss mit eingeschliffnem Stöpsel in weichem Zustande, ohne zu faulen, aufbewahrt werden, ist also stets zum Gebrauche bereit. Manche pflegen etwas Quecksilberchlorid zuzusetzen. Bei seinem Gebrauche nimmt man etwas davon mit einem kleinen Spatel heraus, erwärmt ihn

in der Lichtflamme, wenn es nöthig ist, ihn dünner zu machen, und streicht ihn auf das Papier auf. Statt aufgeklebter Etiquetten pflege ich auch oft mit einer Feder unmittelbar auf die Flaschen und Porzellangefässe mit einer rothen Farbe zu schreiben, die man sich aus Zinnober, Bernsteinfirniss und Terpenthinöl zu diesem Endzweck vorräthig macht. Sie trocknet bald, geht nicht mit Wasser ab, und lässt sich nöthigenfalls leicht mit Spiritus wegwaschen.

In Paris und auch auf mehreren Glashütten in Deutschland verfertigt man Flaschen mit, auf einem weissen Emailgrund, eingebrannten Etiquetten. Sie sind ganz besonders nützlich zur Aufbewahrung der am häufigsten gebrauchten Reagentien, und dürfen nicht fehlen. Ich habe es sogar bequem gefunden, den Emailgrund ohne Aufschrift anbringen zu lassen, die man alsdann vermittelst der erwähnten Farbe aufschreiben und nach Belieben wieder wechseln kann.

Eudiometer, — ursprünglich ein zur Bestimmung des Sauerstoffgasgehalts der Luft bestimmtes Instrument, welches aber auch zur Analyse aller mit Sauerstoffgas verbrennbaren Gase dienen kann. In ersterer Beziehung siehe Th. I. pag. 354. Unter den mancherlei Einrichtungen, die man diesem Instrumente gegeben hat, verdient die von Mitscherlich durch ihre Einfachheit und Sicherheit den Vorzug. Fig. 13. Taf. II. ist ein solches Eudiometer abgebildet. Es ist eine 18 Zoll bis 2 Fuss lange Glasröhre von sehr dickem, wohl abgekühltem Glas, an dem einen Ende zugeschmolzen, an dem anderen offen, und von ungefähr 4 Linien innerem Durchmesser. Ihr Inhalt ist genau in gleiche Theile eingetheilt, und diese Eintheilung unmittelbar auf das Glas eingeschrieben. (Siehe das Nähere darüber bei *Messen.*) Nahe an ihrem oberen Ende, bei *A*, ist sie mit 2 gegenüberstehenden Löchern durchbohrt, in welche 2 nicht zu dünne, an dem einen Ende abgerundete Platindräthe mit Sorgfalt luftdicht und fest, und in solcher Entfernung von einander eingekittet sind, dass ein electrischer Funke leicht zwischen ihnen überspringen kann. Das andere, ausserhalb der Röhre befindliche Ende ist zu einem Haken umgebogen. Nahe an seiner Mündung *B* ist das Glasrohr der Quere nach mit einem so grossen Loch durchbohrt, dass es durch einen

starken eingeschliffenen Glasstöpsel luftdicht verschlossen werden kann. Diese Verschliessung während der Detonation dient dazu, um jeden Verlust an Gas zu vermeiden, der sonst durch die bei der Explosion des Gasgemenges entstehende Ausdehnung zu befürchten ist, und besonders um zu verhüten, dass, wenn der Versuch über Wasser geschieht, nicht atmosphärische Luft aus dem Sperrungswasser dem Gase sich beimenge. Denn indem in Folge der Explosion und momentanen grossen Ausdehnung der Gase ein grösseres Vacuum über dem Wasser entstehet, entwickeln sich, selbst noch einige Augenblicke nach der Detonation, unzählige kleine Luftbläschen aus demselben und mengen sich dem Gase in der Röhre bei; was also durch diese Einrichtung verhütet wird. Nach der Detonation wird der Glasstöpsel herausgezogen, damit die Sperrungsflüssigkeit den entstandenen leeren Raum ausfüllen kann. Geschieht der Versuch über Quecksilber, so senkt man das mit dem abgemessenen Gasgemenge gefüllte und unten verschlossene Instrument in einen hohen und starken, oben erweiterten Glascylinder, Fig. 14., in den man nach geschehener Detonation die Röhre so tief einsenken kann, dass der äussere und innere Quecksilberstand gleich hoch wird.

Eine andere Röhre zur Detonation von atmosphärischer Luft mit Wasserstoffgas stellt Fig. 15 dar, die keiner weiteren Erklärung bedarf, als dass *A* ein mit einem Knopfe versehener beweglicher Metalldrath ist.

Die Entdeckung der Eigenschaft des Platinschwammes, die Vereinigung von Sauerstoff- und Wasserstoffgas zu bewirken, bietet uns ein Mittel dar, diese Versuche ohne jene gewaltsame Verbrennung und mit völliger Sicherheit im Erfolg auszuführen. Döbereiner nämlich kam auf den ingeniösen Gedanken, Platinschwammpulver mit Thon zu einer Masse zusammenzukneten, zu Kugeln zu formen, und diese nach dem Trocknen zu glühen. Werden diese Kugeln über Quecksilber in ein Gemenge von Luft und Wasserstoffgas gelassen, so geht die Vereinigung des letzteren mit dem Sauerstoffgas langsam und ohne Feuer vor sich, jedoch so, dass nach einer Weile nur der Ueberschuss des einen Gases übrig bleibt. Diese Kugeln ersetzen, wenigstens für gewöhn-

liche Fälle, die Anwendung der Electricität. Man befestigt sie an einem feinen und geglühten stählernen Clavierdrath, bringt sie in das Gas, nachdem sie kurz zuvor durchgeglüht worden, aber wieder erkaltet sind, und zieht sie nachher, wenn alle Gasverminderung schon längere Zeit aufgehört hat, aus dem Gase wieder heraus und misst sein Volumen. Man rechnet dabei das Volum des Wassers in Gasform, nach seiner für diese Temperatur gegebenen Tension, ab, oder man schiebt auch ein, an einem Clavierdrath befestigtes Stückchen Chlorcalcium in das Gas, und zieht es, nachdem ersteres durch ein- oder mehrstündige Berührung damit getrocknet ist, wieder heraus.

Ueber die Anwendung dieser Kugeln hat Turner Untersuchungen angestellt, deren Resultate hier mitgetheilt zu werden verdienen.

Er versuchte Kugeln von verschiedenem Gewicht und verschiedener Zusammensetzung zu machen, nämlich:

No.		Platin.	Pfeifenthon.	Kieselerde.
No. 1	besteht aus	5 Gran	1 Gran	
2	— —	4 —	1 —	
3	— —	3 —	1 —	
4	— —	4 —	2 —	
5	— —	4 —	4 —	
6	— —	2 —	4 —	
7	— —	2 —	6 —	
8	— —	1 —	5 —	
9	— —	1/4 —	1/2 —	1 1/2 Gran
10	— —	1/2 —	1 1/2 —	3 —
11	— —	1/2 —	2 —	1 —
12	— —	1/4 —	2 —	1 1/2 —

In einem zur Wasserbildung richtigen Gemenge von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas bewirken die vier ersten dieser Kugeln Explosion, wenn die Menge des Gases mehr als 1 1/2 Cubikzoll beträgt. Ist sie geringer, so kann die Kugel nicht so heiss werden, dass sie zündet, ehe das Gas absorbirt ist. Selbst No. 8 bewirkte Explosion in einem Gemenge von 4 Cubikzoll; Nr. 12 wirkte sehr langsam, condensirte aber das Gas vollständig. Diese Kugeln werden nicht durch den Gebrauch verändert, und ihre mit der Zeit

verminderte Wirksamkeit wird immer durch gelinde Glühung wieder hervorgerufen. Gasgemenge, welche wenig Sauerstoff oder Wasserstoff enthalten, können nicht durch den electrischen Funken entzündet werden, indem man z. B. einem sauerstoffhaltigen Gas Wasserstoffgas zusetzt; sondern man muss zugleich Knallluft zusetzen, um die Explosion hervorbringen zu können. Dies wird bei Anwendung dieser Kugeln ganz überflüssig, denn sie condensiren die letzte Portion Knallluft, welche ein Gasgemenge enthalten kann. In Gasgemengen, worin der electrische Funke eine schwache Detonation bewirkt hat, wird oft durch diese Kugeln noch mehr Gas condensirt. Es ist klar, dass, je weniger Sauerstoffgas und Wasserstoffgas das Gemenge enthält, man eine an Platin um so reichere Kugel wählen muss. Turner hat durch Versuche ausgemittelt, dass es möglich sei, auf diese Weise bis zu $^1/_{100}$ Wasserstoffgas oder Sauerstoffgas in einem Gasgemenge zu entdecken. Die Grösse der Röhre, worin das Gas eingeschlossen ist, hat auf die Schnelligkeit des Versuches Einfluss, und er geht in weiten Röhren schneller vor sich, als in engen. Turner's kleinste Röhre hatte 0,4 Cubikzoll inneren Durchmesser. Er fand ferner, dass in einem Gemenge von 11 Th. Sauerstoffgas und 1 Th. Wasserstoffgas die Wirkung des electrischen Funkens bedeutend geschwächt war, und dass sie null war, wenn die Gase in dem Verhältniss wie 15:1 gemengt waren. Die Kugeln zeigten immer die richtige Menge des vorhandenen Wasserstoffgases an. Bei ganz kleinen Mengen von Wasserstoffgas geschah es bisweilen, dass der Ausschlag, welchen die Kugeln gaben, etwas zu gross ausfiel. Dies scheint mir eine nothwendige Folge von der Wirkung der Kugeln, als porösen Körpern, zu sein, wenn sie, frisch geglüht, eingebracht werden, ohne sich zuvor mit Luft vollgesogen zu haben. Das Wasser im Gase wurde vor der Messung mit Kalihydrat weggeschafft. Als er diese analytische Methode zur Analyse der atmosphärischen Luft anwandte, erhielt er in sechs Versuchen 20,3, 20,3, 20,7, 21,0, 21,3 und 21,7 p. C. Sauerstoffgas. Diese Verschiedenheiten sind viel zu gross. 1,4 p. C. wäre bei dem gegenwärtigen Zustande der Analyse ein enormer Beobachtungsfehler, wenn man mit absolut identischen Materien zu thun hat, und ehe die Ursache dieser Veränder-

lichkeit entdeckt und ihr vorgebeugt werden kann, mangelt es diesem Verfahren noch an hinlänglicher Schärfe. Wahrscheinlich liegt sie in der Porosität der Kugeln, und bei eudiometrischen Versuchen kann dann durch weite Röhren abgeholfen werden, denn alsdann lässt sich der Fehler, um so viel man will, vermindern. Die Unrichtigkeit, welche in Folge der Porosität der Kugeln entstehen muss, kann grösstentheils vermieden werden, wenn man kleine Kugeln von Glas bläst, aus deren Stiel man ein Oehr bildet, so dass sie an feinen Stahldräthen befestigt werden können. Diese Kugeln taucht man in einen Brei von Platinschwammpulver und Thon, lässt sie trocknen und taucht sie noch ein oder mehrere Male ein, wobei man sie jedes Mal trocknet. Dann werden sie bis zum gelinden Glühen erhitzt, so dass der Ueberzug an dem Glase haftet. Hier bildet die wirksame Substanz eine dünne, aber ausgebreitete Lage, deren Porosität so wenig Luft einschliesst, dass sie vernachlässigt werden kann.

Diese Resultate kommen indess nur reinem Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, die mit Stickgas gemengt sind, zu. Die Gegenwart verschiedener anderer Gase verhindert oder vernichtet selbst gänzlich die Wirkung der Platinkugeln. Die mit Sauerstoffgas gemengten Kohlenwasserstoffgase werden nicht bei gewöhnlicher Temperatur der Luft von Platin condensirt. Bei höherer Temperatur geschieht es, hört aber in einem verschlossenen Raume weit eher auf, als das explosive Gemenge verzehrt ist. Werden sie in einem solchen Verhältnisse mit Wasserstoffgas gemengt, dass letzteres weniger als die Hälfte des Gemenges beträgt, so hat Platin keine Wirkung; ist aber das Volum des Wasserstoffgases grösser, als das des Kohlenwasserstoffgases, so entsteht eine Einwirkung, welche bald in dem Grade aufhört, als das Volum des Kohlenwasserstoffgases grösser ist. Welches das Maximum von Kohlenwasserstoffgas sei, das auf diese Weise mit Wasserstoffgas vollkommen verbrannt werden kann, hat Turner nicht durch Versuche bestimmt. Er führt blos an, dass einmal ein Gemennge von 1 Vol. ölbildendem Gase und 2 Vol. Wasserstoffgas durch eine warme Kugel vollkommen oxydirt worden sei, dass man aber dieses Resultat nicht in allen Fällen als für zuverlässig betrachten

könne;

könne; und dass ein anderes Mal durch eine sehr heisse Platinkugel ein Gemenge entzündet wurde, in welchem das Volum des ölbildenden Gases ¹/₃ von dem des Wasserstoffgases betrug. Kohlenoxydgas und Sauerstoffgas werden von kalten Platinkugeln kaum merklich condensirt, besser, aber unvollständig von warmen; und mit Wasserstoffgas gemengt, verhält es sich wie die vorhergehenden. Folgende Resultate von Turner's Versuchen verdienen, wie ich glaube, ausführlich angeführt zu werden:

Der Funke eines starken electrischen Schlages entzündet nicht ein Gemenge aus einem Volum Knallluft und		Der Funke eines starken electrischen Schlages explodirt ein Gemenge aus einem Volum Knallluft und
Volum		Volum
12	Atmosphärischer Luft	10
14	Sauerstoffgas	12
9	Wasserstoffgas	7
9	Stickoxydgas	7
4	Kohlenoxydgas	3
3	Kohlensäuregas	2
1	Oelbildendem Gas	¹/₂
¹/₂	Steinkohlengas	¹/₄
¹/₂	Schwefelwasserstoffgas	¹/₄
1	Ammoniakgas	¹/₂
4	Chlorwasserstoffsäuregas	3
2	Schwefligsaurem Gas	1

Hinsichtlich des Einflusses der Gasgemenge auf die Wirkung der Platinkugel hat er folgende Resultate gefunden:

Kohlenoxyd.	Knallluft.	
1	3	Die Platinkugel ohne Wirkung kalt, wenig merkbar warm.
1	5	Schwache Wirkung kalt, gute Wirkung warm.
1	7	Gute Wirkung.
Steinkohlengas.		
1	3	Keine Wirkung kalt; Spur davon, wenn die Kugel warm war.

Steinkohlengas.	Knallluft.	
1	5	Unbedeutende Wirkung.
1	7	Gute Wirkung. Oelbildendes Gas zeigte beinahe dieselbe Erscheinung.
Schwefligsaures Gas.		
1	13	Keine Wirkung, weder kalt noch warm.
1	18	Im Anfange gute Wirkung, die bald aufhörte.
1	37	Wie vorher, dauerte aber etwas länger.
1	75	Sehr gut anfangs, hörte aber auf, ehe alle Knallluft verzehrt war. Selbst 1 p. C. schwefligsaures Gas hat hinderlichen Einfluss.
Schwefelwasserstoffgas.		
1	19	Keine Wirkung, weder kalt noch warm.
1	29	Unbedeutende Wirkung.
1	59	Wirkung, die bald aufhörte; auch 1 p. C. Schwefelwasserstoffgas wirkt hinderlich.
Kohlensaures Gas.		
5	1	Volle Wirkung.
8	1	Eben so, aber langsamer.
15	1	Eben so.
		Grössere Beimengungen verhinderten nicht, dass sich die Wirkung in einem gewissen Grade zeigte.
Stickoxydgas.		Völlig gleich mit dem Vorhergehenden.
Salzsaures Gas.		
5	1	Schwache Wirkung.
3	1	Vollkommen, aber langsam.
1	4	Vollkommen und bald.
Ammoniakgas.		
1	3	Keine Wirkung in der Kälte, starke in der Wärme.
1	5	Langsam, aber vollständig.
1	9	Schnell und vollständig.

Evaporationsglocke, — siehe *Abdampfen.*

Evaporiren, — siehe *Abdampfen.*

Explosion, — eine plötzlich und momentan vor sich gehende Verbrennung brennbarer Gase und fester Stoffe, wie des Pulvers, Knallsilbers.

Exsiccator, — siehe die Art. *Abdampfen* und *Trocknen.*

Extract, — die pharmaceutische Benennung für das Ganze von in Wasser löslichen Materien, welches man erhält, wenn trockne Pflanzen mit Wasser gekocht, oder frische ausgepresst, und das Decoct oder der ausgepresste Saft alsdann zur Honig-Consistenz abgedampft wird.

Feuerfest, — von einem Alkali, einer Säure oder einem Salze gebraucht, bedeutet dieser Ausdruck, dass sich jene Substanzen ohne Verflüchtigung glühen lassen, aber von einem Mineralproduct, z. B. einem Stein, einem Thon gebraucht, heisst es, dass der Stein oder Thon in der stärksten Hitze unserer Oefen unschmelzbar ist.

Feuerzange. — In einem Laboratorium braucht man, ausser den ganz gewöhnlichen Feuerzangen mit geraden Armen, noch eine andere mit gebogenen, wie Fig. 16. *A.* Taf. II., und noch eine, die man in Fig. 17. *B* und *C* von vorn und im Profil sieht, und die zum Herausheben der Tiegel aus dem Feuer, während sie noch heiss sind, bestimmt sind.

Um erhitzte Platintiegel zu fassen, bedient man sich einer Zange von der Länge einer gewöhnlichen Papierscheere, wie Fig. 27. A. zeigt. Die Enden der Scheere haben einen kleinen ausgerundeten Einschnitt, vermittelst denen man den Knopf auf dem Tiegeldeckel fasst, wenn dieses erforderlich ist.

Fig. 27. B. stellt eine andere Zange vor, mit welcher man bequem die geöffneten Tiegel am Rande fasst. Sie ist insbesondere bequem, wenn man Wasserbad-Gefässe auf die Sandcapelle bringen will, wenn sie so heiss sind, dass man sie nicht mit den Händen fassen kann, oder wenn man Thontiegel in oder aus dem Feuer heben will.

Filtriren oder *Seihen,* — eine Operation, die öfter als andere bei chemischen Versuchen vorkommt, und die, so einfach sie zu sein scheint, sowohl Aufmerksamkeit als

Uebung erfordert, wenn sie richtig geschehen soll. Wir werden durchgehen: *a)* die Materien, wodurch man filtrirt; *b)* die Trichter und ihre Form; *c*) das Gestell, auf welchem der Trichter mit dem darin liegenden Filtrirpapier gehalten wird; und *d)* die dabei zu beobachtenden Vorsichtsmaassregeln.

a) Die Substanz, welche am meisten zum Filtriren gebraucht wird, ist Druckpapier. Seine Beschaffenheit ist keineswegs gleichgültig. Es muss die Flüssigkeit ganz schnell durch sich hindurchlassen, ohne dass sie dabei trübe und unklar hindurchläuft. Ein langsam filtrirendes Papier ist gänzlich zu verwerfen, da man durch ein langsames Filtriren und Auswaschen sehr viel Zeit verliert, und ein schlechtes Filtrirpapier dadurch Ursache sein kann, dass man nicht so viel zu Stande bringt, als man sonst könnte. Man thut am besten, sich sein Filtrirpapier auf einer Papiermühle aus einer sogenannten langfaserigen Masse eigens zu bestellen, und zwar dass es im Winter gemacht werde und noch feucht stark friere. Während das Wasser zwischen den zusammengewalkten Fasern des Papiers zu Eis erstarrt, dehnt es sich aus und lockert dadurch die Poren in allen Richtungen auf, so dass ein solches Papier vielmal schneller filtrirt, als dieselbe Sorte Papier, die ohne Frost getrocknet wurde, und deren Poren sich in dem Grade, als das Wasser verdunstete, zusammenzogen. Zu chemischen Versuchen muss man mit 2 Sorten Filtrirpapier versehen sein; einer, von derselben Dicke wie gewöhnliches Druckpapier, und einer anderen, die wie ungeleimtes Brief- oder noch besser Velinpapier, und so dünn ist, wie nur möglich, ohne löcherig zu sein. Es versteht sich, dass auch dieses durch Frost getrocknet sein muss. Die erstere Sorte wird zu Filtrirungen angewendet, wo keine abgewogene Quantitäten in Betracht kommen, und wo grosse Filtra nöthig sind; die letztere dagegen, wenn man mit gewogenen Quantitäten arbeitet. Der Grund, warum hierzu das Papier so dünn sein muss, ist, dass das Papier eine, in einem gewissen Grade hygroscopische Substanz ist, die Feuchtigkeit enthält, und welche bei dicker Beschaffenheit mehr und rascher Feuchtigkeit einsaugt, und also auch viel wiegt. — Das beste mir bekannte Filtrirpapier wird bei Fahlun in Dalarne und zu Lessebo bei Wexiö in Småland erhalten. Das Wasser, womit es gemacht wird, ist so rein,

dass es auf keine fremde Substanz reagirt, und enthält keine Erden aufgelöst. Säuren und Wasser ziehen aus diesem Papiere nichts aus, und beim Verbrennen giebt es nicht mehr und keine andere Asche, als das reinste Leinen, oder in vollkommen trocknem Zustande 0,2 von 1 Procent seines Gewichts. Nach einer von Plantamour angestellten Analyse der Asche des Lessebo-Papiers, welches bei + 100° in einem Strom von wasserfreier Luft getrocknet war, wurden von 1000 Theilen Papier 1,962 und 2,16 Th. Asche erhalten. Dieses Papier war zu verschiedenen Zeiten bereitet worden. Die Asche wurde zusammengesetzt gefunden aus

Kieselsäure	60,39	63,23
Kalkerde	12,55	12,83
Talkerde	9,80	6,21
Thonerde	2,39	2,94
Eisenoxyd	16,08	13,92
	101,31	99,13

Werthmüller von der Elgg hat in Deutschland bereitetes Filtrirpapier untersucht und darin 1/3 Procent Asche gefunden, die, wenn das Papier mit verdünntem Kalihydrat und darauf mit Salzsäure ausgezogen und zuletzt mit Wasser ausgewaschen wird, auf 1/10 p. C. erniedrigt werden konnte. Dieser letztere Rückstand wurde analysirt und zusammengesetzt gefunden aus:

Kieselsäure	29,30
Thonerde	11,83
Eisenoxyd	7,25
Talkerde	14,82
Kalkerde	33,90
Sand	2,25
	99,35

Der Eisenoxydgehalt war jedoch variirend und er konnte bis zu 15 Procent von der Asche steigen. Wenn Filtra angewendet werden, die 0,20 bis 0,30 von 1 Gramm wiegen, so fällt der Gehalt an Asche auf eine so entfernte Zahl, dass es, wenigstens mit dem in Schweden gemachten Filtrirpapier, keinen bemerkenswerthen Fehler veranlasst, wenn man sie als reine Kieselsäure betrachtet. In letzterer Zeit hat man angefangen, dieses letztere Papier auch als Ausfuhrartikel zu verfertigen, und gewiss werden auch nur an we-

nigen Orten alle Naturverhältnisse von so günstiger Art zur Gewinnung eines vortrefflichen Filtrirpapiers sein, als an den genannten.

Das Stück Papier, wodurch filtrirt wird, nennt man ein *Filtrum*, und wird zirkelrund geschnitten. Sehr oft wird, besonders wo Viele zusammenarbeiten, viel Filtrirpapier unnöthigerweise verthan, indem grössere Stücke, als nöthig wären, genommen, und das Ueberflüssige davon abgeschnitten wird, während dabei das Uebrige vom Bogen eine solche Form bekommen hat, dass man es nun nicht zu so vielen Filtern anwenden kann, als sonst der ganze Bogen gegeben haben würde. Diesem unnützen Verluste wird am besten dadurch vorgebeugt, dass man im Voraus nach, mit dem Zirkel ausgeschnittenen, runden Formen eine Menge Filtra von verschiedener Grösse schneidet. Die Grösse dieser Formen wählt man dabei am besten so, dass bei dem Schneiden der Filtra nach denselben kein Papier überstehend bleibt. Das beim Schneiden der Filtra abfallende Papier ist nicht wegzuwerfen, sondern zum Trocknen der Flaschen und dergl. aufzubewahren. Jede Filtrumsorte verwahrt man in einem besondern Behälter für sich, so dass man sogleich jede Grösse, nach welcher man greift, ohne zu suchen, zur Hand hat. Diese Formen werden von verzinntem Eisenblech oder von Holz gemacht. Man legt das Papier 6- bis 8doppelt, drückt die Form dagegen, zeichnet rund um dieselbe mit Bleistift einen Kreis und schneidet danach die 6 bis 8 Filtra auf ein Mal aus. Um die Holzform können sie mit einem scharfen Messer geschnitten werden, wodurch sie viel gleichförmiger und genauer werden. Mohr hat das Schneiden der Filtra noch weiter verbessert. Er hat für jede Grösse 2 Formen von verzinntem Eisenblech, von denen die eine genau $^1/_4$ von einem Kreis ausmacht, und die andere so viel grösser ist, dass wenn die beiden geraden Seiten aufgebogen sind, die erstere genau in diese passt. Nun wird das Filtrum gefaltet, so dass es einen $^1/_4$ Kreis bildet, in die Form mit aufgebogenen Rändern gelegt, die andere Form darauf gelegt und das Filtrum mit einer Scheere nach der runden Seite der Form geschnitten. Eine solche Präcision in der Gestalt, wiewohl sie nicht zu verachten ist, kann doch ohne allen Nachtheil entbehrt wer-

den. — Diese Vorschriften mögen kleinlich scheinen, allein ich führe sie dessen ungeachtet an, da Vieler Aufmerksamkeit, ohne eine solche Erinnerung, vielleicht niemals auf solche kleine Ersparungen gerichtet sein würde, die ausserdem grosse Bequemlichkeit mit sich führen.

Ein graues wollenes Löschpapier, wie man es sonst in den Apotheken brauchte, darf in dem Laboratorium eines Chemikers noch weniger vorkommen, weil alles, was man auf einem solchen Filtrum sammelt, durch lange Haare, lose Wollefasern u. dergl. verunreinigt wird.

Wenn man bei Analysen gefällte Stoffe zu wiegen hat, die nicht geglüht werden dürfen, so bedient man sich getrockneter und vorher gewogener Filtra, von denen mehrere zusammengefaltete auf ein Mal in den Trockenapparat gelegt werden, der beim Art. *Trocknen* beschrieben ist, und durch welchen eine Stunde lang ein $+100^{\circ}$ warmer, über Chlorcalcium getrockneter Luftstrom geleitet wird. Die Wägung geschieht dann so, dass man ein Filtrum nach dem anderen herausnimmt, in einen warmen tarirten Platintiegel legt, den Tiegel sogleich mit seinem Deckel bedeckt, in einem Exsiccator erkalten lässt, dann das Filtrum wiegt und das Gewicht auf beiden Seiten mit schwarzer Kreide schreibt, weil es zuweilen der Fall sein kann, dass der Niederschlag, welcher auf das Filtrum genommen wird, das Lesen der Zahlen auf der Rückseite des Blatts, auf welches er sich gelegt hat, ganz verhindert.

Muss der Niederschlag bei $+130^{\circ}$ getrocknet werden, so muss auch das Filtrum vorher in dieser Temperatur getrocknet worden sein. Es wird dazu in ein Glasrohr eingeschoben, welches bis zu dieser Temperatur im Oelbade erhitzt wird, bis alle Zeichen von Feuchtigkeit in dem oberen Theil des Rohrs verschwunden sind. Das Rohr wird vorher mit dem Kork gewogen und darauf vor der Wägung mit demselben Kork verschlossen, wobei man beachtet, dass der Druck der Luft in dem Rohr nach der Abkühlung wieder hergestellt werde.

Zu grösseren Filtrirungen nimmt man ein gut ausgelaugtes und hernach in reinem Wasser ausgewaschenes Leinentuch, und man sieht nicht so sehr darauf, ob das Durchlaufende etwas unklar werde, was man hernach leicht wieder-

durch Filtriren durch Papier oder freiwilliges Klären gut machen kann. Diese Art zu filtriren wird besonders für die kaustischen Alkalien, bei der Bereitung der Phosphorsäure aus Knochenerde u. dergl. angewendet. Es ist zu erinnern, dass gleich nach dem Filtriren das Leinentuch in reinem Wasser ausgewaschen werden muss, damit es nicht durch das Alkali oder die Säure spröde werde. Man befestigt das Leinentuch auf einem viereckigen hölzernen Rahmen, der mit mehreren scharfen Haken versehen ist, auf welchen das Tuch festgehakt wird. Ein solcher Rahmen wird *Tenakel* genannt.

Zuweilen, besonders bei der Behandlung organischer Stoffe in etwas grösserem Maasstabe, bedient man sich zum Filtriren starker Säcke oder Beutel von neuem Leinen oder von Pferdehaar-Gewebe, die nach dem Durchlaufen der Lösung zugebunden und ausgepresst werden. S. den Art. *Presse.*

Zu vielen anderen Filtrirungen bedient man sich eines wollenen Tuchs, z. B. von Flanell oder von Hutfilz, und letzteren zu einem spitzen Sack, einem sogenannten Spitzbeutel geformt, wie er das Material für die Hüte bei den Hutmachern bildet. Im Allgemeinen lässt es sich durch Hutfilz leicht filtriren, und was hindurchläuft, ist klar. Zu Alkalien ist er nicht anwendbar, da die Wolle davon angegriffen wird. Auch diese Spitzbeutel werden in, für ihre Grösse passende Tenakel befestigt.

Hat man scharfe Säuren oder stark concentrirte alkalische Lösungen zu filtriren, was man jedoch stets zu vermeiden suchen muss, so geschieht dies durch reinen Sand oder gestossenes Glas, womit man den Trichter anfüllt, nachdem man zu unterst einige grössere Glasstücke gelegt hat, damit es nicht durch den Hals herausfalle. Auf das grobe Glaspulver wird die zu filtrirende Flüssigkeit gegossen, die alsdann gewöhnlich klar hindurchläuft.

Hat man bei analytischen Versuchen Flüssigkeiten zu filtriren, die Papier zerstören würden, so geschieht das Filtriren durch Röhren, wie sie S. 187 beim Extractions-Apparate beschrieben worden sind. Man legt unten in dieselben eine kleine Schicht von Platinschwamm oder von Asbest, der vorher mit Salzsäure ausgekocht, gewaschen und darauf geglüht worden ist.

b) *Trichter.* Papierfiltra werden in Trichter von Glas gelegt. Man muss mit Trichtern von mehreren Dimensionen versehen sein, mit ganz kleinen, die nur einige Fingerhut voll, bis zu solchen, die 1 Quart und darüber fassen. Die Seitenwände des Trichters müssen gerade, und dürfen durchaus nicht gewölbt sein, denn sonst reisst das Filtrum gewöhnlich an einer solchen bauchigen Stelle. Die beste Gestaltung eines kleinen, am gewöhnlichsten zu analytischen Untersuchungen angewendeten Trichters ist von der Art, dass er einen Kegel bildet, dessen Seiten unter einem Winkel von 60° gegen einander geneigt sind, wie Fig. 18. Taf. II. Dies hat darin seinen Grund, weil, wenn man das zugeschnittene Filtrum zu einem Viertel-Kreis zusammengelegt hat, man es bloss zu öffnen braucht, damit es genau ohne weitere Anpassung in den Trichter passe, und dass alsdann in die kleinste Menge Papiers die grösste Menge Niederschlag aufgenommen werden kann. Ist der Winkel grösser als 60°, so wird der Trichter zu flach, das Papier wird von der darauf befindlichen Flüssigkeit zu stark gegen das Glas gedrückt, und das Filtriren wird, wegen der zu geringen Neigung der Seiten, gehindert. Ist dagegen der Winkel etwas kleiner als 60°, so filtrirt der Trichter zwar untadelhaft, allein das Filtrum muss alsdann erst eingepasst werden, wenn es ohne Falten sein soll; und geht der Winkel des Trichters unter 45°, so ist man genöthigt, das Filtrum so viel über einander zu legen, dass schon dadurch das Filtriren langsamer geht, abgesehen davon, dass viel weniger in den Trichter geht, und man häufiger aufzugiessen genöthigt ist. Im Allgemeinen müssen grosse Trichter, die 1 Quart und darüber fassen, einen Winkel von 54° bis 50° bilden, weil sie dann dadurch schneller filtriren, dass das Papier nicht so stark gegen das Glas gedrückt wird. Man hielt es für das Filtriren für hinderlich, wenn das Papier an dem Glase läge, und schrieb darum vor, dass entweder die Trichter der Länge nach inwendig gerieft sein, oder dass man das Filtrum krausig, ähnlich einer Krause, legen müsse; allein alles dies ist ganz zwecklos, und ich habe nicht finden können, dass durch solche Vorsicht das Filtriren im Mindesten schneller ging. In den Apotheken, wo man, wegen der leichten Zerbrechlichkeit, weniger all-

gemein Glastrichter anwendet, pflegt man alsdann gewöhnlich einige schmale und lange Holzstückchen zwischen Filtrum und Glas zu stecken. Man macht die Trichter auch von Porcellan. Diese würden sehr anwendbar sein, wenn man sich immer von ihrer Reinheit in der Röhre versichern könnte. Trichter von Metall sind im Allgemeinen für den Chemiker unbrauchbar. Ein einziger Trichter von Platin kann nützlich sein, wenn Lösungen zu filtriren sind, die freie Fluorwasserstoffsäure enthalten. Silber ist dabei nicht zuverlässig, dann ist Blei besser; das Rohr an einem solchen Trichter muss kurz und weit sein, um sicher gereinigt werden zu können.

c) Beim Filtriren muss der Trichter von etwas getragen werden. Das einfachste ist, denselben in den Hals einer Flasche zu stecken; allein da er nicht immer passt, und diese zuweilen vom Trichter, wenn etwas Flüssigkeit dazwischen kommt, luftdicht verstopft wird, so muss man auch mit anderen Gestellen versehen sein. In chemischen Lehrbüchern gab man sonst dazu eine Art Schemel an, mit einer Reihe von Löchern, wodurch man mehrere Filtrirungen auf einmal vornehmen kann. Allein eine solche Vorrichtung entspricht nicht ganz ihrem Zweck; der Trichter hängt gewöhnlich zu hoch über dem untergestellten Gefässe, wodurch ein Spritzen nach allen Seiten entsteht und Verlust unvermeidlich ist. Ein besseres Filtrirgestell ist Fig. 19. Taf. II. abgebildet. Es hat für den Trichter einen beweglichen Arm *ab*, der vermittelst der Schraube *c*, je nach Bedarf des untergestellten Gefässes, höher und niedriger gestellt werden kann. Das für den Trichter bestimmte Loch im Arm ist weit und konisch, so dass seine Seiten unter 60° gegen einander geneigt sind. Hierdurch sitzt der Trichter fest darin und kann nicht seitwärts weichen. Soll er aber ganz unbeweglich sitzen, so setzt man einen nach dem Trichterhals genau durchbohrten Kork in das Loch, und steckt alsdann den Trichter durch diesen Kork. Ich habe es ausserdem vortheilhaft gefunden, mit abgesprengten Stücken von Trichtern vermittelst eines Harzkittes diese Löcher inwendig auszukleiden, wodurch sie sich viel leichter rein erhalten lassen. — Man muss mit Gestellen von verschiedenen Dimensionen versehen sein, selbst mit sehr klei-

nen, um sie nöthigenfalls unter Glasglocken oder unter den Recipienten der Luftpumpe stellen zu können, wenn die zu filtrirende Flüssigkeit nicht mit Luft in Berührung sein darf. Für das Auswaschen mit der S. 220 beschriebenen Waschflasche muss die Wasch-Vorrichtung mit zwei beweglichen Armen versehen sein, der eine für den Trichter und der andere für die Waschflasche.

d) Zu beobachtende Vorsichtsmaassregeln beim Filtriren sind folgende; 1) Das Filtrirpapier wird so zusammengelegt, dass es einen dem Trichter gleichen Konus bildet, und so gegen einander gehalten und gelegt, dass kein Theil über den andern hervorsteht. Nach Einsetzung des Filtrums in den Trichter muss es etwas kleiner sein als dieser; über das Glas hinaus darf es durchaus nicht reichen, und zwar darum nicht, weil, wenn das Papier frei hervorsteht und mit seinem Rande nicht am Glase liegt, auf diesem Rande eine beständige Verdunstung statt findet, wodurch die zu filtrirende Flüssigkeit sich rund herum im Rande des Filtrums concentrirt, und sich alsdann nur mit Schwierigkeit auswaschen lässt, während zugleich die Menge des Waschwassers unnöthigerweise vermehrt wird. Diesem Uebelstande vorzubeugen, hat man auch vorgeschlagen, den Rand des geschnittenen Filtrums mit Talg oder Lackfirniss einzutränken; allein dies hat seine Schwierigkeiten, und ist in manchen Fällen ganz unanwendbar. Dem Uebel ist inzwischen dadurch gänzlich abgeholfen, dass man das Filtrum gut nach dem Trichter formirt, und dass sein Rand dicht am Glase anliegt. — 2) Muss das Filtrum mit reinem Wasser benetzt werden, bevor man das zu Filtrirende aufgiesst; denn wird sogleich die trübe Flüssigkeit auf das Filtrirpapier gegossen, so zieht es die Flüssigkeit mit solcher Heftigkeit ein, dass etwas von der Trübung in die Poren eindringt und das Filtriren sichtlich verlangsamt. Ueberdies lässt sich das feuchte Filtrum besser als das trockne in den Trichter einpassen und eindrücken. — 3) Wenn das Gefäss, welches die zu filtrirende Flüssigkeit enthält, sehr voll ist, so kann man sie nicht sicher ohne Verlust ausgiessen. Alsdann schöpft man, vermittelst eines Platinlöffels, so viel von der Flüssigkeit auf das Filtrum, bis sich ihr Stand hinlänglich im Gefässe gesenkt hat, um ausgegossen werden

zu können, worauf man den Platinlöffel mit der Spritzflasche abwäscht. In diesem Falle wendet man auch mit Vortheil den pag. 19 beschriebenen Abgiesser von Nordenskjöld an. — 4) Wenn eine der ersten Portionen durchgelaufen ist und das Filtrum ganz leer gelassen hat, so richtet man, wenn neue Flüssigkeit aufgegossen wird, den einfallenden Flüssigkeits-Strahl gegen die Seite des Filtrums; denn fällt er mitten in die Spitze, so wird mit vieler Heftigkeit ein Tropfen weit aus dem Filtrum geworfen, und nimmt dabei etwas von dem auf dem Boden des Filtrums liegenden Niederschlag mit. Manches Mal habe ich mir früher, wenn ich diese Vorsicht vergass, durch dieses Spritzen schon weit vorgeschrittene analytische Untersuchungen verdorben und musste sie darum von Neuem anfangen. Hat sich einmal so viel Niederschlag auf dem Filtrum gesammelt, dass sein Boden gerundet ist, so findet dies nicht mehr statt. — 5) Nachdem alles vom Niederschlag, was sich durch Abspülen und mit Hülfe der Spritzflasche herausbekommen liess, auf das Filtrum gebracht ist, bleibt gewöhnlich noch etwas auf dem Boden und auf den Seiten des Glases zurück, was sich nicht abspülen lässt. Dies bringt man mit Hülfe einer Feder ab, an der man nur an der äusserten Spitze die Fahne gelassen hat. Ich nehme hierzu Schwanenfedern, die sich vor allen übrigen gut dazu eignen, sowohl durch die Dichtheit der Fahne, als die Stärke des Kiels. Man hat indessen zu beachten, dass, ehe die Feder in das Glas gebracht wird, alle Auflösung mit Wasser weggespült sei; denn sonst kann die Feder einen Theil der ersteren einsaugen, die bei analytischen Versuchen verloren gehen würde. Nachdem man mit Hülfe der Feder allen sichtbaren Rückstand von Niederschlag weggenommen hat, lässt man das Glas trocknen, wobei man dann noch oft zurückgebliebene Theile entdeckt, die, so lange das Glas feucht war, nicht sichtbar waren, und die man nun mit der Feder abreibt und auf das Filtrum bringt. — 6) Der Trichter, wodurch man filtrirt, wird mit dem Ende seines Halses gegen die Seite des untergesetzten Glases gestellt, so dass die Flüssigkeit längs an dem Glase herunterläuft und nicht in Tropfen herunterfällt, wodurch stets ein Spritzen verursacht wird, welches zuweilen, ungeachtet die Spitze des Trichters weit in das Glas hinein-

reicht, mit einem eignen Ton die Tropfen hoch über den Rand des Glases hinauswirft, und dadurch also eine analytische Untersuchung verloren geht. Die Ursache, warum hierbei die Tropfen bedeutend höher geworfen werden, als sie fallen, liegt darin, dass der aus dem Trichter fallende grössere Tropfen, durch die beim Fallen erlangte grössere Quantitas motus, einen kleineren Tropfen eine weitere Strecke wegschleudern kann, als er selbst durchlaufen hat. — 7) Dauert ein Filtriren lange, so muss sowohl der Trichter als das unterstehende Gefäss bedeckt sein. Ich pflege hierzu Scheiben von Fensterglas zu nehmen, die an einer Stelle des Randes etwas ausgeschliffen oder ausgeschnitten sind, um den Hals des Trichters hindurchzulassen, während die Glasscheibe im Uebrigen das Gefäss ganz bedeckt. — 8) Das Filtriren von Alkohol-Auflösungen geschieht unter einer Glasglocke, um die Verdunstung des Alkohols zu verhindern. Auch dadurch, dass man den Hals des Trichters in eine Flasche steckt, und seine Mündung mit einer Glasscheibe bedeckt, wird die Verdunstung des Alkohols ziemlich gut verhindert.

Endlich wären noch einige Worte in Betreff der zur Erleichterung des Filtrirens ausgedachten Verfahrungsweisen zu sagen. Die einfachste davon ist die von Haüy d. j., vermittelst deren das Filtriren vor sich gehen kann, ohne dass man dabei gegenwärtig zu sein und aufzugiessen braucht. Der Apparat ist Fig. 20 abgebildet; *A* ist ein Kolben oder eine kolbenartig geformte Flasche, welche die zu filtrirende Flüssigkeit enthält und die in dem mit Filtrum versehenen Trichter umgekehrt und über demselben, vermittelst eines Arms vom Filtrirgestelle, so befestigt wird, dass ihre Mündung unter dem Niveau der Flüssigkeit im Filtrum steht. Sobald diese so weit abgeflossen ist, dass ihr Niveau eben unter die Mündung der Flasche mit dem zu Filtrirenden kommt, steigt eine Luftblase in diese in die Höhe, und es fliesst dafür wieder eine entsprechende Quantität Flüssigkeit auf das Filtrum. Den Stand derselben kann man natürlicherweise, durch geringeres oder tieferes Einsenken der Flaschenmündung, beliebig hoch erhalten; und bei der Einsenkung desselben, wie es z. B. Figur zeigt, würde das Niveau stets auf der Linie *mn* bleiben. Zur Verschliessung der Flasche

in dem Moment, wo man sie umkehrt, kann man sich eines, an einem Drath befestigten Stöpsels bedienen, den man nach dem Umkehren wieder herauszieht. — Das Verfahren, welches ich zu meinem Behufe bequem gefunden habe, besteht darin, dass ich an einer gewöhnlichen Medicinflasche den umgebogenen Rand an der Oeffnung abschneide, im Fall er für einen gewöhnlichen Platinlöffel zu breit ist, auf dem ich dann, nachdem ich ihn auf die Mündung gelegt habe, die Flasche umkehre, wie in Fig. 21 angedeutet ist. Wenn er beinahe voll ist, geht aus leicht begreiflicher Ursache nichts von der Flüssigkeit verloren. Die Flasche wird alsdann über dem Filtrum befestigt, auf einem Arm, wie Fig. 22, der einen Ausschnitt hat, durch welchen man die Flasche, mit dem durch den Löffel zugehaltenen Hals, einschieben, oder den Stiel des Löffels niederlassen kann. Sobald die Flasche mit ihrem Halse unter das Niveau der Flüssigkeit im Filtrum gelangt ist, wird sie mit dem Arme befestigt, der Löffel weggenommen und über dem Filtrum mit der Spritzflasche abgespült.

Eine noch bequemere Methode, deren ich mich jetzt stets bediene, wenn grosse Massen von Liquidum, worin sich ein geringer Niederschlag befindet, durch ein kleines Filtrum filtrirt werden sollen, oder im Allgemeinen, wenn Flüssigkeiten von grösserem Volum zu filtriren sind und nach gewöhnlicher Art häufige Abgiessungen erfordern, ist folgende: Eine Art Scheide-Trichter, von der Form der beistehenden Figur, ist mit einem eingeschliffenen Hahn *A* und in der oberen Oeffnung mit einem ebenfalls eingeschliffenen Stöpsel *B* versehen. Man verschliesst den Hahn, giesst die zu filtrirende Flüssigkeit hinein, verschliesst dann auch den oberen Stöpsel und hängt den Apparat nun über einem Trichter mit Filtrum so auf, dass die Röhre gut eine Linie unter den Rand des Filtrums zu stehen kommt. Wenn der Hahn geöffnet wird, fliesst die Flüssigkeit in das Filtrum, und dieses füllt sich, bis die Oberfläche des Wassers die Oeffnung der Röhre absperrt, die dann fortfährt, das Filtrum beständig bis zu die-

ser Höhe gefüllt zu erhalten. Wenn der Trichter auf's Neue gefüllt werden soll, so dreht man den Hahn wieder zu und giesst die Flüssigkeit durch die obere Oeffnung hinein. Das Loch in dem Zapfen muss eine gewisse Grösse haben, damit es durch den Niederschlag nicht verstopft werde und Wasser und Luft darin mit Leichtigkeit aneinander vorbeigehen können. An dem Apparat, dessen ich mich bediene, hat das Loch in dem Zapfen 1 Centimeter im Durchmesser und die Oeffnung in der Röhre ein wenig darüber. Der Apparat kann allerdings mit kleineren Oeffnungen angewendet werden, aber er versagt dann leicht, hört auf zu fliessen und giebt nichts, wenn er über die Hälfte gefüllt wird. Alle diese Uebelstände werden durch hinreichend weite Oeffnungen vermieden. Wenn er die Gestalt hat, welche die Figur zeigt, besonders wenn die gegen die obere Oeffnung geneigten Seiten gerade sind und einen Kegel bilden, auf dessen Innenseite man überall mit einer Feder durch die obere Oeffnung kommen kann, so kann er bei Analysen gebraucht werden ohne Gefahr, dass etwas von dem Niederschlage zurückbleibe, was nicht weggenommen werden könnte. Ich nenne dieses Instrument Nachgiesser und empfehle es als unschätzbar wegen der Ersparung an Zeit und Aufsicht. Langsame Filtrationen gehen mit Beihülfe desselben Tag und Nacht fort. Ich gebrauche es von dreierlei Grössen, nämlich von 20, 50 und 100 C. Zoll Inhalt. Oft hat man mehrere von den kleineren Dimensionen auf einmal anzuwenden.

Filtrum — siehe *Filtriren.*

Flaschen — werden in der Chemie zur Aufbewahrung, vorzüglich von Flüssigkeiten gebraucht. Für die meisten Fälle müssen sie mit eingeschliffenen Stöpseln von Glas versehen sein. Ihre Form ist im Ganzen gleichgültig, indessen ist die cylindrische die bequemste. Der Hals darf nicht unter einem, dem rechten sich nähernden Winkel von der Flasche ausgehen, sondern muss die Form wie Taf. II. Fig. 23 haben, weil man sonst den letzten Rest einer Flüssigkeit nicht vollständig ausgiessen kann. Auch muss der Hals einen dünnen und gut ausgebogenen Rand haben, so, dass er gut abfliessen und abtropfen lässt, ohne dass die Flüssigkeit aussen an dem Glase herunterfliesst. Flaschen mit flüchtigen Säuren überziehen sich gewöhnlich mit einem krystallinischen Anflug

eines Ammoniaksalzes. Dies zu verhindern, so wie zur Abhaltung von Staub, muss man sich mit kleinen Glocken oder Deckeln versehen, die über den Stöpsel der Flaschen passen und darüber gestellt werden, wie es Fig. 24 zeigt. Man hat sie auch auf den Hals der Flasche aufgeschliffen, allein dieser verliert dadurch seinen umgebogenen Rand, und es lässt sich alsdann nicht mehr ohne Herunterfliessen daraus giessen. Ueberdiess ist es unnöthig, dass diese Glocken luftdicht schliessen. In Ermangelung solcher Glocken kann man auch gewöhnliche kleine Gläser nehmen, wenn sie nicht zu niedrig und zu weit sind.

Manche Substanzen können nicht in gewöhnlichen Flaschen aufbewahrt werden, weil sie Korkstöpsel zerfressen und eingeschliffene so befestigen, dass sie nicht wieder zu öffnen sind, oder das Fett zerfressen, womit man sie eingeschmiert hat, um dies zu verhindern. Solche sind Chlorschwefel, Chlorphosphor, Chlorzinn u. dergl. Diese verwahrt man in Flaschen, die sich in eine Röhre endigen, wie Fig. 25, die man alsdann vor der Lampe in eine Haarröhre auszieht. Solche Flaschen füllt man auf die Weise, dass man sie erwärmt, mit der Mündung der Haarröhre in die Flüssigkeit taucht, wieder herausnimmt, so wie etwas davon hineingedrungen ist, die Flasche alsdann horizontal hält und erhitzt, so, dass die Flüssigkeit darin in's Kochen geräth, und die Oeffnung darauf wieder in die Flüssigkeit hält. Beim Erkalten füllt sich dann die Flasche so weit, als man es will; ihre Oeffnung wird nun zugeschmolzen. Braucht man etwas von der Flüssigkeit, so schneidet man die Spitze ab, und schmilzt sie, nachdem man nach Bedarf herausgenommen hat, wieder zu.

Fluss — nennt man bei metallurgischen Versuchen leichtschmelzbare Substanzen, die bei Ausschmelzung von Metallen zugesetzt werden, um von der Oberfläche derselben fremde Körper aufzulösen und wegzunehmen, die sonst die Vereinigung der geschmolzenen Metallkügelchen verhindern würden. Dergleichen Flüsse sind, je nach Bedarf, Borax, kohlensaures Kali (weisser Fluss, wenn es aus gleichen Theilen Salpeter und Weinstein, und schwarzer, wenn es aus 1 Th. Salpeter und 2 Th. Weinstein bereitet ist), Flussspath, Glas u. dergl.

Flüsse (Glasflüsse), — gefärbte Glasarten, womit man Edelsteine nachmacht. S. Th. IV. pag. 515.

Garmachen, — ein technischer Ausdruck für die Darstellung verschiedener hüttenmännischer Producte, z. B. für die Reinigung des Rohkupfers, welches nachher Garkupfer heisst. S. *Kupfer* Th. III. pag. 297.

Gas, — ein in Luftform verwandelter Körper, S. Th. I. pag. 48. — Ueber Auffangung und Aufbewahrung der Gase, siehe den folgenden Artikel.

Gasbehälter, *Gasreservoir*, — ein zur Aufnahme und Aufbewahrung der Gase dienendes Intsrument. Man kann es von mehrfacher Art haben. Das einfachste sind Flaschen, die man mit Wasser oder Quecksilber füllt und in einem, mit der einen oder anderen Flüssigkeit gefüllten Gefässe umstülpt, worin sie mit einem ausgeschnittenen Brett festgehalten werden, wie es Taf. II. Fig. 2 im Th. I. zeigt. — Bei Versuchen über Quecksilber hat man sich des von Daniell zuerst entdeckten und nachher von Faraday erörterten Umstandes zu erinnern, dass nämlich die Berührung zwischen Glas und Quecksilber nicht so vollkommen, wie die zwischen Wasser und Glas, ist, und dass dadurch eine Undichtheit entsteht, wodurch sich das über Quecksilber eingeschlossene Gas allmälig mit atmosphärischer Luft auswechseln kann. Es geht dies zwar nur so langsam, dass man in einigen Tagen noch keine Aenderung bemerkt, allein in längerer Zeit gibt es ganz bemerkenswerthe Aenderungen. Daniell schlug vor, den Rand des Gefässes mit Platin oder Silber zu bekleiden, die sich amalgamiren. Statt dessen kann man ihn auch mit Talg bestreichen. Diese Luftumwechselung kann man sich leicht versinnlichen, wenn man in ein, über Quecksilber zur Hälfte mit Gas gefülltes Gefäss eine kleine, an einem Seidenfaden befestigte Glaskugel hinauflässt. Indem die Kugel auf dem Quecksilber schwimmt und man das freie Ende des Fadens ausserhalb über dem Metall erhält, bilden die Poren des Fadens eine feine Röhre, durch welche allmälig Luft eindringt, während das Quecksilber nach und nach sinkt.

Ueber Quecksilber fängt man Gase entweder in Glasglocken auf, die dann mehrentheils tubulirt und mit einer messingenen Fassung, mit luftdicht eingepasstem Hahne, ver-

sehen sind, wie Fig. 26 Taf. II., oder in Eprouvetten von kleinerem und grösserem Inhalt, theils graduirt (s. *Messen*), theils ungraduirt, und die dann nur schmale Glasglocken oder Cylinder von etwa 8 Zoll Höhe und 1 bis 1½ Zoll lichtem Durchmesser sind.

Zum Halten der zu solchen Versuchen bestimmten Glasgefässe, seien es Flaschen, Cylinder oder Glocken, eignet sich am besten eine von J. G. Gahn erfundene Vorrichtung, die durch die zu Fig. 18 Taf. I. gehörenden Theile in halber natürlicher Grösse vorgestellt ist. Das Hauptstück davon sieht man in *A* von oben, und in *B* im Profil. Es ist von Holz und bei *ab* bis zu ¾ weit eingesägt. In diesen Einschnitt wird ein seidenes Band eingesetzt, welches an dem einen Ende einen starken Saum hat, der durch den Einschnitt nicht hindurchgeht; das Band wird so gezogen, dass sich der Saum bei *ab* in *B* anlegt. Es wird alsdann, wie *B* zeigt, herumgezogen, geht dann wieder zurück und auf derselben Seite, wo der Saum sitzt, durch den Einschnitt *fg* hinein, von wo aus es in das konische Loch *c* kommt. In diesem sitzt ein wie *D* geformter Zapfen. Derselbe hat ebenfalls einen Einschnitt *hi*, in welchen das Band eingesetzt und darin mit einem ähnlichen Saum, wie am anderen Ende, befestigt wird, so, dass es nicht vom Zapfen abgleitet. Das Band wird alsdann um den Zapfen gewunden und dieser eingesetzt. Das ausserhalb befindliche Band kann nun durch Drehen des Zapfens in der einen oder anderen Richtung zugezogen oder nachgelassen werden. Indem man gegen den ausgeschnittenen Theil *kl* in *A* einen Cylinder oder eine Glocke setzt, das Band um dieselbe herumgehen lässt und es vermittelst des Zapfens zuzieht, indem man diesen zugleich eindrückt, so dass er in dem ihm entsprechenden konischen Loch festsitzt, so hat man die Glocke oder den Cylinder, wie es Fig. 18 zeigt, unbeweglich an dem hölzernen Theil festgestellt. — Zu diesem Apparat gehört nun ferner das Gestell *IHM*, welches mit der Schraubenzwinge *LM* an der Wand der Wanne (oder des mit der Sperrflüssigkeit gefüllten Gefässes) befestigt wird. Sein aufrechtstehender Theil *HL* ist cylindrisch und mit einem beweglichen vierseitigen Arm *IK* versehen, der vermittelst einer Schraube auf *HL* höher oder niedriger stellbar ist; dieser Arm wird durch das vierseitige Loch *m* in dem Stück *B*

eingeführt und darin durch die Schraube *n* an jedem beliebigen Punkte des Armes befestigt. Dadurch kann man dann die Stellung der in dem Halter befestigten Glocke, so weit der Arm reicht, beliebig verändern. Wenn das Instrument nicht zu schwach ausgeführt ist, hält es die Glocke mit vollkommener Unbeweglichkeit. Fig. 18 zeigt dasselbe, an einer Gaswanne befestigt, zum Halten einer Glocke angewendet. Wenn man einmal die grosse Bequemlichkeit hat kennen gelernt, welche dasselbe bei Gasversuchen darbietet, möchte man es wohl schwerlich wieder entbehren können.

Zu Versuchen, wo man grosse Gasquantitäten aufzusammeln hat, bedient man sich grösserer, aus verzinntem Eisenblech oder Kupferblech verfertigter Apparate. Ich ziehe die letzteren, wegen ihrer grösseren Dauerhaftigkeit, vor; denn die aus Eisenblech werden durch das, oft wochenlang darin stehende Wasser, häufig schon nach halbjährigem Gebrauch, durch Rost zerfressen und undicht.

Die beste bekannte und jetzt allgemein gebrauchte Form von Gasbehältern ist folgende von Pepys erfundene: *ABCD*, Fig. 2. Taf. III. ist ein Cylinder von Kupferblech, mit flachem Boden und etwas gewölbter, aufgelötheter Bedeckung. In England macht man sie aus lackirtem Eisenblech aus zwei Hälften, die in der Mitte zusammengesetzt und verkittet werden, was zum Endzweck hat, sie inwendig reinigen zu können; allein wegen der Schwierigkeit, diese Verkittung luftdicht zu bekommen, ziehe ich die ganzen vor. Ueber diesem cylindrischen Gefäss steht ein anderes *EGHF* von demselben Durchmesser, aber $^1/_3$ so hoch und nur oben offen. Auf das untere ist es vermittelst dreier Stützen befestigt, welche alle drei in der Figur leicht zu unterscheiden sind. Nahe am Boden hat das untere Gefäss bei *D* eine aufwärts stehende Oeffnung, versehen mit einer Schraube, womit sie luftdicht verschliessbar ist. Von der Mitte der Wölbung im Deckel des unteren Behälters geht eine mit einem Hahn versehene Röhre *fa* nach dem oberen Gefäss, und von einem Punkt an der Seite des oberen Gefässes geht eine zweite mit einem Hahn versehene Röhre *gh* hinab zu dem unteren Behälter, endigt aber nicht bei *h*, sondern setzt sich, wie die punktirte Linie zeigt, bis zu $^1/_4$ Zoll Abstand vom Boden in den Behälter fort. Eine dritte, ebenfalls mit einem Hahn versehene Röhre

Bm ist seitwärts an einem Punkt des unteren Behälters angesetzt. Am Boden und am Deckel desselben befindet sich ausserdem eine kleine gebogene Röhre *k* und *l*, in welcher eine Glasröhre *kl* luftdicht eingekittet ist. Bei dem Gebrauch wird dieser Apparat mit Wasser gefüllt, wobei man die Oeffnung bei *D* zuschraubt und die Hähne *af*, *gh* und *Bm* öffnet. Die Zapfen dieser Hähne müssen mit grossen Löchern versehen sein, weil sie sich sonst leicht durch Schmutz im Wasser verstopfen. Das Wasser wird in den oberen Behälter gegossen, und fliesst durch *af* und *gh*, während die Luft durch *Bm* ausgetrieben wird. Schraubt man diese zu, so geht die Luft in Blasen durch *af* weg, und das Wasser fliesst durch *ghi* ein, was aber dann viel langsamer geht. In dem Maasse, als sich der Behälter füllt, steigt das Wasser in der Glasröhre *kl*, woran man also den Grad seiner Füllung beobachten kann. Sobald die Röhre voll ist, fliesst das Wasser durch *Bm* aus. Man verschliesst alsdann diese Röhre und lässt die noch in der Wölbung des Deckels befindliche Luft durch *af* austreten; sieht man, auch bei gelindem Anstossen, keine Blasen mehr kommen, so werden die Hähne zugeschraubt. Der mit Wasser gefüllte Gasbehälter wird nun, wenn er mit Gas gefüllt werden soll, über einen Zuber oder Eimer gestellt, und die Oeffnung bei *D* aufgeschraubt, wobei natürlicherweise kein Wasser ausfliesst, so lange keine Luft eindringen und seine Stelle ersetzen kann. Durch die Oeffnung *D* führt man die Röhre ein, aus welcher sich das Gas entwickelt. Dieses steigt durch das Wasser auf, welches nun bei *D* ausfliesst und sich in dem unterstehenden Gefässe sammelt. Bei langsameren Gasentwickelungen pflegt hierbei das Wasser rings um den Boden des Behälters herum, und nicht in das dazu bestimmte Gefäss zu fliessen. Diesem Uebelstande lässt sich dadurch vorbeugen, dass man die Oeffnung rund herum mit Talg bestreicht und an ihrem niedrigsten Rande lose zusammengedrehtes, feuchtes Werg festbindet, an dem das Wasser herunterläuft. Sobald in den Behälter so viel Gas gekommen ist, dass man in der Glasröhre kein Wasser mehr sieht, wird die Entwickelungsröhre herausgenommen und die Schraube *D* wieder aufgesetzt. Soll das aufgefangene Gas gebraucht und Portionen davon in andere Gefässe gebracht werden,

wird Wasser in den oberen Behälter gegossen, eine mit Wasser gefüllte Flasche oder Glocke über die Oeffnung von *af* gestürzt und die Hähne von *af* und *gh* geöffnet. Das Wasser fliesst dann durch die Röhre *ghi*, und das dadurch herausgedrängte Gas kommt durch *af* und sammelt sich in dem übergestürzten Gefässe an.

Will man dagegen das Gas zu Gebläse-Versuchen brauchen, so lässt man es durch *Bm* ausströmen, während man *af* zuschraubt.

Gasometer, — sollte eigentlich ein zum Messen von Gasvolumen bestimmtes Instrument bedeuten, allein da man auf die meisten Gasbehälter eine Maass-Eintheilung zu setzen pflegte, so ist das Wort nun mit Gasbehälter fast synonym geworden. Ein eigentliches Gasometer soll ein ganz kleines Maass-Instrument sein, allein diese pflegt man nicht mit diesem Namen zu belegen. Der im vorhergehenden Artikel beschriebene Gasbehälter aus Kupferblech kann ein Gasometer werden, wenn man die Glasröhre mit einer Scale versieht, welche die Gasquantität durch die Höhe anzeigt, bis zu der die Wasserfläche im Gasbehälter steht, d. h., welche von oben herab graduirt ist.

Gastransporteur, — ein Instrument, um Gase aus einem Gefäss in ein anderes zu bringen. Die bequemste Einrichtung für dasselbe sieht man Taf. III. Fig. 4. — *AB* ist eine Glasröhre von dickem Caliber, an die unten ein kleiner Beutel *C.* aus Ochsenblase oder dünnem Caoutschouc, von etwas grösserem Inhalt als die Röhre, angebunden ist. Das untere Ende mit dem Beutel ist in eine hölzerne cylindrische Büchse *BDEF* gefasst. Der Beutel wird mit Quecksilber gefüllt, so dass es 1 oder 2 Linien hoch in die Röhre zu stehen kommt. Die Büchse hat am Boden eine Schraube *G*, welche ein in der Büchse befindliches loses Brettchen *u* hebt. Beim Einschrauben der Schraube wird das Brettchen gehoben und presst das Quecksilber in die Röhre *AB*. Bei *A* hat diese einen, mit einer Leitungsröhre *AEIK* versehenen Kork. Das Quecksilber wird nun ausgepresst, so dass sich auch diese Röhre damit füllt. Wird nun diese in eine mit Gas gefüllte Glocke gebracht und die Schraube wieder heruntergeschraubt, so sinkt das Quecksilber in den Beutel zurück und saugt das Gas aus der Glocke in *AB* ein. Zu

diesem Behuf muss *AB* stets länger als *IK* sein. Das eingesogene Gas kann nun in ein anderes Gefäss gebracht werden, wenn die Leitungsröhre in dasselbe geführt, und das Brettchen *u* wieder in die Höhe geschraubt wird. — Einen Transporteur mit Wasser macht man, indem man statt der Ochsenblase einen Caoutschoucbeutel anbindet, den man mit Wasser füllt und mit den Händen drückt.

Ein anderes ganz vortreffliches Instrument, um Gase aus einem Gefäss in ein anderes zu bringen, ist von Pepys erfunden. Es besteht aus einer cylindrischen Röhre *AB*, Fig. 5, angelöthet an eine andere Röhre von kleinem Caliber und dickem Glase und wie *BC* gebogen, auf der wieder ein anderes kleines Stück einer weiteren cylindrischen Röhre *CD* sitzt, bei *D* zu einer fast haarfeinen Oeffnung zusammengezogen. Mittelst zweier Körke und eines Stahldraths macht man sich in *AB* einen Stempel, wie Figur zeigt. Beim Gebrauche dieser Röhre wird *DCB* mit Quecksilber gefüllt, und *DC* in das Gefäss mit Gas geführt. Beim Herausziehen des Stempels wird das Gas in *DC* eingezogen, welches man alsdann in ein anderes Gefäss bringt, und darin das Gas wieder ausdrückt. Ist *DC* graduirt, so lassen sich auf diese Weise genau bestimmte Quantitäten von Gas transportiren.

Gaswanne, — siehe *Wanne*.

Gebläse mit Sauerstoffgas und mit Wasserstoffgas. Sauerstoffgas, in die Flamme von Alkohol, Aether, Terpenthinöl, oder in eine geeignete, die Verbrennung des Wasserstoffgases unterhaltende Vorrichtung geblasen, bringt die höchsten Temperaturen hervor, welche bewirkt werden können, und es schmilzt Platin, Kieselsäure, Thonerde und mehrere andere, lange als unschmelzbar betrachtete Körper. Dies kann auf mehrfache Weise bewerkstelligt werden.

Marcet's *Gebläse*. Man füllt den Gasbehälter Fig. 2 mit Sauerstoffgas und setzt auf die Röhre *Bm* eine andere, am Ende gebogene Messingröhre mit einer Oeffnung. Die Biegung dient dazu, um durch Drehung der Röhre das Gebläse nach oben oder unten richten zu können. Zur Verstärkung des Ausströmens des Gases schraubt man in die obere Oeffnung *gh* einen hohen Trichter *K* ein, durch welchen das Wasser eingegossen wird; zur Vermehrung des Drucks könnte

man ihn nöthigenfalls durch Aufschraubung mehrerer Metallröhren erhöhen. Vor die Oeffnung der Gebläseröhre stellt man die Flamme einer Spirituslampe. Durch das Einblasen des Sauerstoffgases entsteht nun eine spitze Löthrohrflamme, die so heiss ist, dass sich damit Platindrath zu Kugeln von mehreren Gran Gewicht schmelzen lässt, und reine Kieselerde und Thonerde darin zu klarem Glas schmelzen. Man legt solche Körper auf ein Stück harter Kohle, und hält sie in den Theil der Flamme, den man für den heissesten hält. Brennt man in der Lampe Aether oder Steinöl, so wird die Hitze bedeutend stärker als mit Alkohol. Lässt man Wasserstoffgas durch sechs oder mehr ganz dicht ringförmig neben einander gestellte Oeffnungen ausströmen und durch den Mittelpunkt des Ringes Sauerstoffgas in der Quantität zuströmen, welche zur Verbrennung des Wasserstoffgases erforderlich ist, so wird eine ausserordentlich hohe Temperatur hervorgebracht. Hat man dann die Einrichtung gemacht, dass die Flamme nach oben oder seitwärts gerichtet werden kann, so lässt sie sich zu mehreren Schmelzversuchen anwenden.

Mitscherlich's *Gebläse* besteht aus einer gewöhnlichen Spirituslampe, wie die Figur zeigt. Das Rohr für den Docht ist ziemlich weit und mit lose gesponnenen groben Fäden von Baumwollengarn gefüllt, die parallel liegen, d. h., die nicht zusammengedreht sind. Der Boden der Lampe ist mit einem Loch durchbohrt, welches mit einem Korke *b* verschlossen wird. Durch diesen Kork geht ein in einen rechten Winkel gebogenes Rohr von Messing *ch*, welches in das Centrum des Dochts passt und dieselbe Höhe hat, wie das Rohr, in welches der Docht eingeschlossen ist, so dass es von allen Seiten mit dem Docht umgeben ist. Die Lampe und dieses Rohr sind in einen Fuss von Holz *d* gefasst. Bei *e* hat die Lampe ein Loch, durch welches ein Kork mit dem gebogenen Rohr *ef* geht. *g* ist der Deckel der Lampe,

welcher aufgesetzt wird, wenn man sie nicht gebraucht. Man füllt die Lampe mit Aether, zündet den Docht an, bläst Sauerstoffgas durch das messingene Rohr *ch* ein, und bekommt auf diese Weise eine äusserst heisse Flamme, in welcher Platindrath zu Kugeln schmilzt. Splitter von Quarz schmelzen darin und lassen sich in Fäden ziehen. Der Zweck des Rohrs *ef* ist, der Luft bei der vermehrten Hitze einen Ausweg zu geben, weil sie sonst flüssigen Aether durch den Cylinder, welcher den Docht umgibt, herauspressen würde.

Newmann's *Gebläse* ist ein ähnliches, zur Hervorbringung hoher Hitzgrade dienendes Instrument. Es besteht aus einem cylindrischen Gasbehälter von dickem Kupferblech, in den ein Gemenge von 2 Volumen Wasserstoffgas und 1 Volum Sauerstoffgas vermittelst einer Compressionspumpe eingepresst wird. Fig. 3 ist es abgebildet; *A* ist der Gasbehälter, *B* die Compressionspumpe, und *C* eine mit Knallluft zu füllende Blase, die an die Pumpe angeschraubt, und woraus diese mit dem in den Gasbehälter einzupressenden Gas versehen wird. *D* ist ein, mit einer haarfeinen Löthrohrspitze versehener Hahn. Beim Oeffnen desselben strömt das Gas aus, welches man anzündet, und welches nun, ohne dass sich die Entzündung auf das Gas im Behälter fortpflanzt, mit einer Heftigkeit und einer Hitze zu brennen fortfährt, wodurch sich Platin, Thonerde, Kieselerde, mit einem Wort, alle Substanzen schmelzen lassen, die man sonst für unschmelzbar hielt *). Englische Chemiker haben sich ganz besonders viel mit dem Gebrauch dieses Instruments beschäftigt, und wollen Baryt- und Strontianerde, auf Kohle diesem Feuer ausgesetzt, reducirt haben. Indessen ist der Gebrauch dieses Instruments nicht ohne Gefahr gewesen, und es ist dadurch Unglück damit geschehen, dass die feine Ableitungsröhre nicht hinlänglich genug das Gasgemenge an ihrer Mündung abkühlen konnte, um eine Fortpflanzung des Feuers bis in den Behälter zu verhindern, der dadurch gewaltsam zerschmettert wurde. Man empfahl daher, das

*) Unter den bis jetzt in dieser Hinsicht versuchten Substanzen ist es allein der Chrysopras, welcher der Schmelzkraft dieses Apparats widersteht.

Gebläse hinter eine Wand von dicken Brettern zu stellen und die Brennspitze durch ein kleines Loch in jener zu stecken, so dass der Operirende im Fall einer Explosion gesichert wäre. Auch liess man das Gas, ehe es in die Brennspitze kam, durch Wasser oder Oel gehen, damit, wenn eine Explosion entstände, dieselbe von dem eigentlichen Behälter durch die Flüssigkeit getrennt wäre. Ferner schlug man vor, das Gas durch mehrere zusammenliegende haarfeine, metallene Röhrchen, die sich zuletzt zu einer gemeinschaftlichen, ebenfalls haarfeinen Röhre vereinigten, ausströmen zu lassen, wo durch die grössere Anzahl von Röhren die Abkühlung natürlicherweise vollkommner und eine Explosion weniger zu befürchten sein würde. Aber ganz sicher und gefahrlos kann man dieses Instrument dadurch machen, dass man eine Röhre, in einer Länge von 1½ bis 2 Zoll, mit kleinen runden, über einander liegenden Scheiben von einem feinen Metallgewebe füllt, und diese Röhre dann, wie *EF* zeigt, zwischen dem Hahn und der schmalen Ableitungsröhre anschraubt. Ich machte den Versuch, in der weiten Oeffnung dieser Röhre die Knallluft anzuzünden, ohne dass sich die Explosion nach Innen mittheilte. — Dieses Instrument hat inzwischen nur geringe Anwendbarkeit; die Flamme darf nur sehr klein sein, und wirkt folglich nur auf kleine Quantitäten; denn vermehrt man das Ausströmen des Gases, so wird die Flamme gänzlich ausgeblasen.

Die Anwendung eines Strahles von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, die jedes für sich besonders und neben einander ausgeblasen und angezündet werden, ist zuerst von dem Amerikaner Hare vorgeschlagen und ausgeführt, und Versuche damit von Smith in einem amerikanischen Journal bekannt gemacht worden. Es glückte Smith auf diese durchaus gefahrlose Art fast alle die Substanzen zu schmelzen, die mit Newmann's Gebläse schmelzbar sind. Nachdem aber Davy entdeckt hatte, dass die Detonation brennbarer Gase durch abkühlende Media, wie Drathgewebe und feine Röhren, unterbrochen werden kann (s. *Lampe*, Davy's Sicherheitslampe), schlug man zu diesem Endzweck die Knallluft vor, und fand, dass sie auch in comprimirtem Zustand anwendbar ist, und ohne dass sich in gewöhnlichen

Fällen die Entzündung durch die feinen Röhren dem übrigen Gase mittheilt.

Brooke schlug zuerst vor, comprimirtes Sauerstoffgas anzuwenden, und der Instrumentenmacher Newmann wagte zuerst den Versuch, hierzu Knallluft zu nehmen.

Gewicht, specifisches (Gravitas specifica) — nennt man das Gewicht eines Körpers, verglichen mit dem Gewicht eines gleichen Volumens reinen, destillirten Wassers. Zur Vollständigkeit chemischer Untersuchungen ist es nothwendig, mit aller Sicherheit das specifische Gewicht der Körper bestimmen zu können.

Ausser den weniger genauen Methoden zu diesen Bestimmungen, deren ich in der Kürze unter dem Artikel *Aräometer* erwähnte, hat man die sicherere, in allen Fällen den Vorzug verdienende, das specifische Gewicht auf einer guten Waage zu bestimmen. Hierüber werde ich einige Regeln angeben.

1) *Feste in Wasser unlösliche Körper, die schwerer als Wasser sind.* Man wiegt den Körper in der Luft, und nachdem sein Gewicht mit Genauigkeit gefunden ist, wiegt man ihn in destillirtem Wasser, dessen Temperatur man zuvor bemerkt hat. Zu dieser Wägung muss die Waagschaale auf ihrer äusseren Seite einen kleinen Haken haben, und so hoch über der Basis, worauf die Waage steht, hängen, dass ein Gefäss mit Wasser darunter gestellt werden kann. Der gewogene Körper wird an einem Haar oder an dem feinsten Faden von roher Seide aufgehängt, in das Wasser gesenkt und mit einer Schlinge am Haar an den Haken der Waagschaale aufgehängt. Der Körper muss frei im Wasser hängen, und weder die Oberfläche des Wassers, noch das Glas berühren. Bei seiner Einsenkung in das Wasser wird er nicht immer an allen Punkten von demselben benetzt, und hierdurch entsteht dann eine Blase auf seiner Oberfläche, die ihn leichter macht, als er eigentlich ist. Dies verhindert man am besten dadurch, dass man ihn zuvor mit einem nassen Pinsel überfährt, so dass er, vor seiner Einsenkung in das Wasser, überall gleichförmig benetzt ist. Nachdem man ihn nun ganz blasenfrei hat, wiegt man ihn im Wasser. Pulverförmige oder poröse Körper hält man aber vor dem Wägen eine Zeit lang unter Wasser im luft-

leeren Raum. Aus hydrostatischen Gesetzen weiss man, dass ein Körper, wenn er in Wasser gesenkt wird, eben so viel an Gewicht verliert, als ein dem eingesenkten Körper gleiches Volumen Wasser wiegt; folglich beträgt der, beim Wägen des Körpers im Wasser entstehende Gewichtsverlust gerade so viel, wie ein, dem untersuchten Körper gleich grosses Volumen Wasser wiegt. Wiegt der Körper in der Luft z. B. 166 Gewichtstheile, und verliert er beim Wägen im Wasser 50, so dass er nur 116 darin wiegt, so ist es klar, dass ein dem Körper gleich grosses Volumen Wasser 50 wiegt. Um dies mit dem zu 1,000 angenommenen Gewicht des Wassers in Vergleichung zu bringen, setzt man eine Proportionsrechnung auf folgenden Grund an: wie sich der Gewichtsverlust des im Wasser gewogenen Körpers verhält zu seinem Gewicht in der Luft, so verhält sich das Gewicht des Wassers 1,000 zu dem gesuchten specifischen Gewicht; also in dem angeführten Beispiel 50:166=1,000:3,320, so dass also hier das spec. Gewicht des gewogenen Körpers durch 3,320 ausgedrückt wird.

In diesem Falle wurde auf das Gewicht des angewandten Haares keine Rücksicht genommen. Dies macht eine Abweichung, die aber erst auf die Dezimalzahlen fällt, die man, als zu klein, um in Rechnung genommen zu werden, gewöhnlich weglässt. Eine grössere Abweichung macht die Temperatur des Wassers, die bei ungleichen Wägungen ungleich sein kann, wiewohl auch dies eine Subtilität ist, die selten so bedeutend wird, dass sie in Betracht kommen kann. Wo man diesen Umstand für beachtungswerth hält, berechnet man das spec. Gewicht des Wassers zu 1,000 bei + 4°,1 Temperatur, und bedient sich zur Reduction der im I. Th. pag. 367. aufgestellten Tabelle. War z. B. die Wärme des Wassers +10°, so ist sein spec. Gewicht 0,99978, und man rechnet: 50:166 = 0,99978:3,319. Man findet dann, dass das spec. Gewicht des Körpers in dem leichteren Wasser um 0,001 zu gross ausgefallen war; indessen wird das specifische Gewicht des Körpers nach der letzteren Rechnung etwas zu niedrig, dadurch, dass seine eigene Contraction zwischen + 10° und + 4°,1 nicht mit in Rechnung kam, was indessen eine so kleine Quantität ist, dass sie ganz versäumt werden kann.

2) *Feste Körper, die schwerer als Wasser, aber darin löslich sind*, wiegt man in solchen Flüssigkeiten, von denen sie nicht aufgelöst werden, und deren specifisches Gewicht man kennt.

3) *Feste pulverförmige Körper, die schwerer als Wasser sind*, wiegt man in einem kleinen Glasgefäss, welches man nach Einlegung und Wägung des Pulvers, mit Wasser füllt, um alle Luft aus dem Pulver zu verdrängen, und senkt es dann, an einem Haare aufgehängt, behutsam in das Wasser. Man ist mit einem Gegengewicht für das Glas versehen, welches ihm, wenn es in Wasser gesenkt ist, das Gleichgewicht hält, wodurch man überhoben ist, das absolute und spec. Gewicht des Glases mit in Rechnung zu ziehen.

4) *Feste Körper, die leichter sind als Wasser*, befestigt man an einem schweren Körper von bekanntem absoluten und specifischen Gewicht, so dass beide untersinken. Was nun der eingesenkte Körper an Gewicht mehr verliert, als der schwerere für sich allein verloren hätte, ist was ein, dem leichteren Körper gleich grosses Volumen Wasser wiegt. z. B. ein Stück Holz von 166 Gewicht wird an einem Stück Blei befestigt, welches beim Wiegen im Wasser 200 verlieren würde. Indem beide eingesenkt werden, verlieren sie 532. Diese 332, was es nun mehr verloren hat, ist also was ein dem Holze gleich grosses Volumen Wasser wiegt, und das specifische Gewicht des Holzes wird dann folgendermaassen erhalten: 332:166=1,000:0,500, so dass also das spec. Gewicht des Holzes halb so gross ist, wie das des Wassers.

5) *Flüssigkeiten* können auf zweierlei Weise gewogen werden: *a)* Man hat ein Gewicht von Glas, dessen Verlust im Wasser man ein- für allemal bestimmt hat, und welches man, an einem Haar aufgehängt*), in der Flüssigkeit wiegt, deren specifisches Gewicht man untersuchen will. Der Verlust des Glasgewichts im Wasser verhält sich dann zu seinem Verlust in der Flüssigkeit, wie das spec. Gewicht des Wassers zu dem der Flüssigkeit. Verliert z. B. das Glasgewicht im Wasser 20 und in der Flüssigkeit 18, so rechnet

*) Bei schärferen Flüssigkeiten, z. B. Säuren, wendet man einen äusserst feinen Golddrath an.

man 20 : 18 = 1,000 : 0,900. Ist dagegen der Verlust in der Flüssigkeit z. B. 25, so rechnet man 20 : 25 = 1,000 : 1,250.

b) Man hat eine genau gewogene Flasche mit sehr engem Hals, die man bis zu einem gewissen Zeichen an letzterem mit Wasser füllt, dieses nun wiegt und sein Gewicht mit einem Diamant auf die Flasche zeichnet. Wird alsdann die Flasche bis zu demselben Zeichen mit anderen Flüssigkeiten gefüllt und gewogen, so erhält man ihr spec. Gewicht, und man braucht nur die gefundenen Gewichte, wie oben, mit einander zu vergleichen. Wenn die Flasche gerade 1,000 Gewichtstheile Wasser fasst, so zeigt natürlicherweise das gefundene Gewicht anderer Flüssigkeiten ihr specifisches Gewicht ohne weitere Rechnung an.

Statt einer Flasche mit engem Hals ist eine mit eingeschliffenem Stöpsel noch bequemer; sie wird ganz angefüllt, der Stöpsel so eingesetzt, dass keine Luft zurückbleibt, und darauf auswendig wohl getrocknet, ohne sie jedoch unmittelbar mit den Händen zu berühren. Man wiegt darin zuerst Wasser und darauf die andere Flüssigkeit, beide bei derselben Temperatur.

Bei dieser Art Wägung entsteht ein gar nicht unbedeutender Fehler dadurch, dass die Flasche von Luft getragen wird und also um so viel weniger wiegt, als ein gleiches Volumen Luft im luftleeren Raum wiegt, daher ist es nothwendig, das Resultat der Wägung auf das specif. Gewicht im luftleeren Raum zu reduciren, und dies ist sehr leicht. Das Gewicht der Flasche ist bekannt, und das spec. Gewicht des Glases ebenfalls. Auch das Gewicht des Wassers ist durch Wägung gefunden. Man dividirt nun das Gewicht der leeren Flasche mit der Zahl, welche das spec. Gewicht des Glases ausdrückt, und erfährt nun dadurch, wie viel ein, dem Volumen des Glases gleich grosses Volumen Wasser wiegt, welches man zu dem Gewicht des Wassers addirt; aber das Wasser wiegt in der Luft bei $0^{m},76$ Druck und 0^{0} Temperatur $^{1}/_{770}$ weniger als im luftleeren Raume; dies berechnet man dann auf die Temperatur, welche die Luft hat (s. d. Art. *Messen*), und das Gewicht der Luft muss nun von dem gefundenen Gewicht, sowohl des Wassers als der anderen Flüssigkeit, abgezogen werden, ehe die vorher angeführte Analogie ein richtiges Resultat

bei der Ausrechnung gibt. — Eben so macht man beim Wägen fester Körper den Fehler, dass das Gewicht derselben beim Wägen in der Luft um so viel zu leicht ausfällt, als ein dem ihrigen gleich grosses Volumen Luft wiegt; allein wenn man, nachdem man weiss, was ein gleiches Volumen Wasser wiegt, $1/_{770}$ davon zu dem Gewicht des festen Körpers hinzulegt, so fällt dies gewöhnlich auf so entfernte Decimalstellen, wie sie in der Regel nicht in Betracht gezogen werden.

6) *Gase.* Die Bestimmung des specifischen Gewichts der Gase ist eine feine und schwierige Arbeit. Sie gehört zwar gänzlich in das Gebiet der Physik, indessen muss sie von dem Chemiker nicht selten in Anwendung gebracht werden.

A. *Beständige Gase.* Diese werden in Glasballons gewogen, an deren Hals eine Messinghülse luftdicht gekittet ist, in welche ein vollkommen dichter Hahn von demselben Metall eingeschraubt ist. Dieser Ballon wird zuerst mit Luft gefüllt gewogen, wobei der Stand des Thermometers und Barometers genau aufgezeichnet wird. Alle Wägungen werden mit Substitution (s. *Waage, Wägen*) gemacht. Dann wird er so luftleer gemacht, wie es mit der Luftpumpe möglich ist, verschlossen und auf's Neue gewogen, mit Aufzeichnung der Veränderung, die seit der ersten Wägung in der Temperatur und dem Druck entstanden sein kann. Was er nun weniger wiegt, als vorher, ist das Gewicht der ausgepumpten Luft.

Das Gas, dessen spec. Gewicht bestimmt werden soll, ist vorher vollkommen rein über Quecksilber bereitet und getrocknet worden, je nach den Umständen mit Chlorcalcium oder mit festem Kalihydrat. Man hat zuweilen versucht, die Gase in ihrem Maximum von Feuchtigkeit zu wiegen und dann den Gehalt von Wassergas abzurechnen, aber dies hat zu weniger sicheren Resultaten geführt und darf nur im höchsten Nothfall angewendet werden. Das Gas ist über Quecksilber in einer hinreichend grossen, tubulirten Glasglocke aufgesammelt, deren Tubulus mit Messinghülse und Hahn versehen ist. In dem oberen Ende befindet sich eine Schraubenmutter, so gemacht, dass, wenn die Schraube an dem Hahn des Ballons luftdicht in dieselbe eingeschraubt wird, sich der Raum darin so vollkommen füllt, dass keine

Luft darin zurückbleibt. Die cylindrische Oeffnung in dem zusammengeschraubten Rohr beider Hähne muss sehr fein sein, so dass die Luft, welche darin enthalten ist, so wenig wie möglich beträgt, da es nicht vermieden werden kann, dass sich diese in dem Ballon der Luft beimischt, die gewogen werden soll. Nachdem der Ballon aufgeschraubt worden ist, öffnet man beide Hähne und lässt das Gas in den Ballon einsaugen. Ist die Glocke nicht gross genug, um den Ballon zu füllen, so hat man vorher reines und getrocknetes Gas in Flaschen bereitet, die mit getalgten und eingeschliffenen Stöpseln verschlossen worden sind. Die Hähne werden verschlossen, wenn die Glocke anfängt mit Quecksilber gefüllt zu werden, und das Gas aus den Flaschen in dieselbe gelassen, mit besonderer Aufmerksamkeit, dass wenn die Flaschen in das Quecksilber eingesenkt werden, keine Luft an der Mündung der Flasche um den Stöpsel herum stehen bleibt, was leicht vermieden wird, wenn man die Flasche in fast liegender Stellung einsenkt und mit einer Feder an der Stelle herumfährt, während man die Flasche rund umdreht. Wenn der Ballon gefüllt ist, so wird in die Glocke auf's Neue Gas eingelassen, so dass die Oberfläche des Quecksilbers innerhalb der Flasche absolut eben so hoch ist, wie ausserhalb derselben, wenn der Hahn des Ballons verschlossen wird. Der Stand des Thermometers und Barometers wird in demselben Augenblick beobachtet und aufgezeichnet. Man untersucht auch die Temperatur des Quecksilbers in der Wanne, und wenn diese nicht dieselbe ist, wie die des neben dem Ballon aufgehängten Thermometers, so lässt man den Apparat stehen, bis sie gleich geworden sind. Man öffnet dann wieder die Hähne für einen Augenblick, setzt das Quecksilber innerhalb und ausserhalb der Glocke in Niveau, zeichnet auf's Neue den Barometerstand auf, wenn er sich verändert hat, und verschliesst darauf den Ballon. Nur auf diese Weise kann man sich überzeugen, dass das Gas in dem Ballon dieselbe Temperatur, wie die umgebende Luft hat. Ein Fehler in der Angabe der Temperatur für das Gas in dem Ballon gibt stets einen Fehler in dem Gewichts-Resultat.

Nachdem der Ballon verschlossen worden ist, wird er aussen, so wie auch der Hahn selbst, an welchem kein

Fett angewendet worden sein darf, gut gereinigt, und nun gewogen, wobei wieder der Stand des Thermometers und Barometers aufgezeichnet wird. Setzen wir nun voraus, dass diese unverändert geblieben wären, so findet man durch eine einfache Regel de Tri das specifische Gewicht des Gases, denn so wie sich das Gewicht der ausgepumpten Luft verhält zu dem gleich grossen Volum des Gases, welches statt ihrer nun den Ballon füllt, so verhält sich 1,000 (spec. Gewicht der Luft) zu der Zahl, welche gesucht wird. Aber die geringste Ungleichheit in der Temperatur oder dem Druck verursacht, dass das, was man das eine oder andere Mal gewogen hat, nicht dasselbe Volum besitzt, und dieses muss durch Rechnung berichtigt werden. Gewöhnlich pflegt man dann sowohl das Volum der Luft wie das des gewogenen Gases auf 0° Temperatur und 0‴,76 Druck zu reduciren. Die Anleitung für eine solche Rechnung soll weiter unten gegeben werden.

B. *Unbeständige Gase.* Das specifische Gewicht der beständigen Gase ist im Allgemeinen so genau bestimmt, dass es selten vorkommen kann, einen solchen Versuch wiederholen zu müssen. Dagegen fällt es oft vor, unbeständige Gase von zusammengesetzten Körpern wiegen zu müssen, deren specifisches Gewicht uns wichtige Aufklärungen über die Zusammensetzungsart und über das Atomgewicht derselben gibt, wenn sie auf andere Weise nicht erhalten werden können. Ich verweise in dieser Beziehung auf die vielen wichtigen Resultate, die im Th. VIII. aus der Wägung von zusammengesetzten flüchtigen Körpern in Gasform abgeleitet worden sind. Diese Untersuchungsmethode wurde vor noch nicht langer Zeit von Dumas erfunden. Das Princip davon ist, dass man in einer gewogenen Glaskugel mit langem und schmalen Halse, der am Ende in eine feine Spitze ausgezogen ist, einen flüchtigen Körper in einem Bad bis zu einer bestimmten Temperatur über seinen Siedepunkt hinaus erhitzt, wobei die Luft durch den Dampf ausgetrieben wird und letzterer fortfährt herauszudringen, bis die Kugel bei der Temperatur, die das Bad hat, und bei beobachtetem Luftdruck völlig mit dem unbeständigen Gas gefüllt ist, worauf man die Spitze, durch die nun nichts mehr ausgeblasen wird, mit einem Löthrohr zuschmilzt. Ich selbst habe keine Versuche

suche in dieser Beziehung angestellt, ich muss also die Einzelnheiten ganz nach Anderen beschreiben, und erkläre, dass die Angaben aus H. Rose's vortrefflichem Handbuch der analytischen Chemie, Th. II. S. 732—748 entlehnt sind.

Dieses Verfahren besteht darin, dass man ein passendes Gefäss, am besten eine Glaskugel mit einem engen Halse, wiegt, darauf in dieses Gefäss von dem flüchtigen Körper hineinthut, von dessen Dampf das specifische Gewicht bestimmt werden soll, dann das Gefäss einige Zeit hindurch, ungefähr 30°, über den Siedpunkt des flüchtigen Körpers erhitzt, worauf man die Spitze des Halses mit der Löthrohrflamme zuschmilzt, während man genau die erhöhte Temperatur beobachtet, welche das Gefäss beim Erhitzen angenommen hat. Man wiegt darauf das Gefäss wiederum, und bestimmt endlich den Rauminhalt des Gefässes, wenn dies nicht schon gleich im Anfange des Versuches geschehen ist.

Man nimmt hierzu eine auf der Glashütte geblasene Glaskugel von ungefähr 3 bis 400 Cubikcentimeter Rauminhalt, und löthet an diese eine enge, 8 bis 10 Zoll lange Glasröhre *a* an, welche ungefähr einen Durchmesser von 1 bis 1½ Linien hat, biegt dieselbe bei *b*, nachdem man vorher das Ende derselben in eine feine Spitze ausgezogen hat. Die Kugel muss inwendig vollkommen trocken und rein sein; sie wird darauf sorgfältig gewogen; man bemerkt dabei den Barometer- und Thermometerstand der atmosphärischen Luft.

Man muss nun die organische flüchtige Substanz in die Kugel bringen. Dies ist sehr leicht, wenn diese eine Flüssigkeit ist. Man erwärmt die Kugel sehr gelinde und bringt die offene Spitze in die Flüssigkeit, wodurch beim Erkalten der Kugel eine gewisse Menge derselben in diese hineintritt. Es ist nicht nöthig, diese Menge genau zu bestimmen; man muss nur überzeugt sein, dass weit mehr davon vorhanden ist, als nöthig wäre, damit der Dampf der Flüssigkeit den Raum der Kugel ganz erfülle. Ungefähr 5 bis 6 Grammen der Substanz sind in den meisten Fällen hinreichend, wenn nicht der Dampf derselben ein zu grosses specifisches Gewicht hat.

Ist die organische Substanz fest, so muss sie bei gelinder Hitze geschmolzen werden, während man die Spitze der erwärmten Glaskugel in dieselbe taucht. Auch muss während dessen der Hals warm erhalten werden, damit die Substanz bis in die Kugel gelangen kann.

Ist die Substanz weit flüchtiger als Wasser, so erwärmt man die Glaskugel durch ein Wasserbad. Man befestigt sie zu dem Ende in demselben auf die Weise, wie es beistehender Holzschnitt zeigt. Man setzt ein genaues Thermometer in das Wasserbad.

Wenn die Temperatur des die Kugel umgebenden Wassers den Siedpunkt der organischen Substanz erreicht hat, so entwickelt sich aus der offenen Spitze ein Strom von Dampf desselben. Man lässt die Temperatur des Wassers ungefähr 30° höher steigen, als der Siedpunkt der Substanz ist. Bemerkt man in der Spitze und dem kleinen Theile der Glasröhre, welche aus dem Wasser hervorragt, Tropfen der Substanz, welche sich aus dem Dampfe derselben verdichtet haben, so müssen diese durch glühende Kohlen, die man ausserhalb dieses Theils der Röhre hält, entfernt werden. Bemerkt man keinen Dampf mehr, der aus der Spitze entweicht, was man unter andern auch daran sehen kann, dass eine Flamme, in die Nähe der Spitze gebracht, sich nicht bewegt, so schmilzt man schnell die Spitze der Glasröhre durch eine Löthrohrflamme zu, während man zugleich genau den Stand des Thermometers beobachtet, das im Wasserbade steht. Man nimmt darauf sogleich die Kugel aus dem Bade, trocknet sie von aussen sehr gut, und wiegt sie nach dem vollständigen Erkalten sehr genau, wobei man sieht, ob der Barometer- und Thermometerstand der Luft derselbe ist, wie beim Abwägen der leeren Kugel.

Durch den entwichenen Dampf der überschüssig angewandten flüchtigen Substanz ist die atmosphärische Luft aus der Glaskugel ausgetrieben worden, doch in den meisten Fällen nicht ganz vollständig. Um nun zu wissen, wie viel davon an Volum noch vorhanden war, und wie viel das

Volum des Dampfes der Substanz betrug, taucht man die Röhre der Glaskugel unter Quecksilber, macht einen Feilstrich an der Spitze, und bricht dieselbe unter Quecksilber ab. Der leere Raum in der Kugel, durch die Verdichtung des Dampfes entstanden, füllt sich mit Quecksilber. Man benetzt von aussen die Glaskugel an der Stelle, wo sich noch Luftblasen innerhalb derselben zeigen, mit Aether, damit sich möglichst aller Dampf der Substanz verdichte. Den nicht durch Quecksilber erfüllten Raum der Kugel füllt man genau mit Wasser, dessen Volum man in einer kleinen graduirten Röhre genau gemessen hat. Man erfährt dadurch das Volum der atmosphärischen Luft, welche durch den Dampf der Substanz nicht ausgetrieben worden ist. Man giesst darauf das Quecksilber der Kugel in eine grössere graduirte Röhre aus, und bestimmt durch das Volum desselben das Volum des Dampfes der Substanz.

Das Volum der rückständigen atmosphärischen Luft beträgt gewöhnlich 1 bis 3 Cubikcentimeter. Manchmal ist sogar nichts davon vorhanden, und der Raum der Glaskugel wird ganz von dem Quecksilber ausgefüllt. Bisweilen indessen kann das Volum an rückständiger atmosphärischer Luft ziemlich beträchtlich sein, besonders wenn die Erhitzung des Kolbens zu lange gewährt, und dieselbe nicht immer gleichmässig gewesen ist.

Ist die organische Substanz schwerer flüchtig als Wasser, so nimmt man statt des Wasserbades das Bad einer Flüssigkeit, welche einen höheren Siedpunkt hat. Für Substanzen, deren Siedpunkt zwischen 100 und 200° C. liegt, passt am besten ein Bad von Chlorzink, das Soltmann vorgeschlagen hat. Dies hat nämlich die Eigenschaft, beim starken und lange dauernden Erhitzen nichts Festes abzusetzen, denn nachdem die concentrirte Chlorzinkauflösung ihr Wasser durch's Erhitzen verloren hat, fängt sie bei stärkerer Hitze nach und nach an sich zu verflüchtigen, ohne zu erstarren. *)

---

*) Dumas wendet oft concentrirte Schwefelsäure an. Mitscherlich hat diese Methode in Betreff der Bestimmung der Temperatur des Gases in dem Augenblick, wo die Spitze zugeschmolzen wird, dadurch noch genauer zu machen gesucht, dass er, anstatt kugelför-

Es lässt sich aus den gefundenen Resultaten das specifische Gewicht des Dampfes berechnen, am einfachsten vermittelst Logarithmen, und zwar nach einer Regel, die in den folgenden Formeln ausgesprochen ist, bei welcher auf alle Umstände Rücksicht genommen ist.

$$\text{Log.}\,V - \text{Log.}(V - v) - \text{Log.}\,(1 + \delta\,(t' - t)) + \text{Log.}\,(1 + \lambda t') - \text{Log.}\,(1 + \lambda t) = \text{Log.}\,A$$

$$\text{Log.}\,A + \text{Log.}\,P - \text{Log.}\,V - \text{Log.}\,s = \text{Log.}\,B$$

$$\text{Specifisches Gewicht} = A + B.$$

Die Buchstaben in diesen Formeln haben folgende Bedeutung:

t' = die hohe Temperatur, bei der das Gefäss zugeschmolzen worden ist.

---

miger Gefässe, cylindrische anwendet, da es hinsichtlich der ersteren zweifelhaft werden kann, ob die Temperatur des Gases in der Mitte des Gefässes jemals die Temperatur des Bades erreicht, wobei leicht eine Verrechnung von 8 bis 10 Graden gemacht werden kann. Mitscherlich erhitzt in einem cylindrischen Gefässe, das ebenfalls mit einer haarfein ausgezogenen Oeffnung versehen ist, und, von Luft umgeben, in einem kupfernen Cylinder liegt, und von Aussen gleichförmig von einem Luftstrom erhitzt wird, so dass die Wärmequelle so gleichförmig wie möglich wird. Die Temperatur, welche das mit Dampf gefüllte Gefäss im Augenblick des Zuschmelzens hatte, wird durch Anwendung eines ganz gleich grossen und gleich beschaffenen Gefässes von Glas bestimmt, welches im Cylinder neben dem erstern liegt und absolut wasserfreie Luft enthält. Dieses Gefäss wird zu gleicher Zeit mit dem, welches den zum Wägen bestimmten Dampf enthält, zugeschmolzen. Wird dann das mit Luft gefüllte Rohr unter Quecksilber geöffnet und das alsdann darin enthaltene Luftvolum bestimmt und mit dem verglichen, welches das Rohr ursprünglich bei einem gewissen Wärmegrade und demselben atmosphärischen Druck enthielt, so erhält man durch eine leichte Rechnung aus dem bekannten Ausdehnungsverhältniss der Luft die Temperatur derselben. In anderen Fällen wandte Mitscherlich theils das leicht schmelzbare Metall, theils ein Bad von Chlorzink an, welches anfangendes Glühen verträgt, ehe es sich zu verflüchtigen anfängt. Das Metallbad drückt bei höherer Temperatur das Glasgefäss leicht zusammen. Wird dieses oder das Chlorzinkbad angewendet, so muss das Liquidum, zur gleichförmigen Vertheilung der Temperatur darin, oft und sorgfältig umgerührt werden. So lange keine höhere Temperatur als + 270° erforderlich war, wurden zur Bestimmung der Temperatur Quecksilber-Thermometer angewendet. Bz.

t = die gewöhnliche Temperatur, bei der die Wägungen vorgenommen worden; beide Temperaturen in Centesimalgraden ausgedrückt.

V = Volum des Gefässes bei der Temperatur t, in Cubikcentimetern ausgedrückt.

$V - v$ = Volum des luftfreien Dampfs bei der Temperatur t, ebenfalls in Cubikcentimetern (v ist das Volum der dem Dampfe beigemengten atmosphärischen Luft).

δ = der Ausdehnungscoëfficient des Glases, oder die Grösse, um welche eine Glasmasse, die bei 0° das Volumen Eins (z. B. 1 Cubikcentimeter) einnimmt, für jeden Centesimalgrad im Volumen zunimmt.

λ = dieselbe Grösse für die Luft, und überhaupt für alle Gase; nach Rudberg's neuer Bestimmung (Poggendorff's Annalen, Bd. XLI. S. 271.) = 0,00365.

$1 + \lambda t'$ = also das Volum einer Luftmasse bei der Temperatur t', deren Volum bei 0° = 1.

$1 + \lambda t$ = eben so das Volum einer Luftmasse bei der Temperatur t, deren Volum bei 0° = 1.

$1 + \delta(t' - t)$ = das Volum einer Glasmasse bei der Temperatur t', deren Volum bei $t^0 = 1$, oder was ziemlich dasselbe ist, bei 0° = 1 wäre.

P = der Gewichtsüberschuss des dampfvollen über den luftvollen Ballon, in Grammen.

s = Gewicht eines Cubikcentimeters atmosphärischer Luft bei der gewöhnlichen Temperatur t, und bei dem während des Versuches stattfindenden Barometerstand b, ebenfalls in Grammen.

Die Herleitung der obigen Formeln findet man in Poggendorff's Annalen, Bd. XLI. S. 449, näher auseinander gesetzt, weshalb hier nur darauf hingewiesen wird; die practische Anwendung derselben wird folgendes Beispiel erläutern, bei welchem die rückständige atmosphärische Luft beträchtlich ist.

Gesetzt es seien die Resultate eines Versuches folgende:

$$
\begin{array}{ll}
V = 272{,}00 \text{ Cubikc.} & t' = 198^{\circ}{,}7 \text{ C.} \\
v = \underline{20{,}85} & t = \underline{21{,}2} \\
V - v = 251{,}15 & t' - t = 177{,}5
\end{array}
$$

$P =$ 0,541 Grm. $b =$ 756,8 Millimeter bei 0°.

Dann ist die Rechnung:

$$
\begin{array}{lr}
 & \text{Log. } V = 2{,}43457 \\
- & \text{Log. } (V - v) = \underline{2{,}39993} \\
 & 0{,}03464 \\
- & \text{Log. } (1 + \delta(t' - t)) = \underline{0{,}00208} \\
 & 0{,}03256 \\
+ & \text{Log. } (1 + \lambda t') = \underline{0{,}23685} \\
 & 0{,}26941 \\
- & \text{Log. } (1 + \lambda t) = \underline{0{,}03236} \\
 & 0{,}23705 \ldots \text{ Zahl } 1{,}726 \\
+ & \text{Log. } P = \underline{0{,}73320 - 1} \\
 & 0{,}97025 - 1 \\
- & \text{Log. } V = \underline{2{,}43457} \\
 & 0{,}53568 - 3 \\
- & \text{Log. } s = \underline{0{,}07934 - 3} \\
 & 0{,}45634 \ldots \text{ Zahl } \underline{2{,}860}
\end{array}
$$

Specifisches Gewicht = 4,586

Um das Gewicht eines Cubikcentimeters von dem Dampfe bei 0° und bei dem Barometerstand 760mm,00 leicht zu erhalten, addirt man zum Logarithmen des oben gefundenen specifischen Gewichts den Logarithmen vom Gewicht eines Cubikcentimeters trockener Luft bei 0° und 760mm,00, und sucht zu der Summe der Logarithmen die Zahl in einer Logarithmentafel auf. Bezeichnet man dieses letztere Gewicht mit s^0, so wäre für das gewählte Beispiel:

$$
\begin{array}{l}
\text{Log. } 4{,}586 = 0{,}66143 \\
+ \text{ Log. } s^0 = \underline{0{,}11363 - 3} \\
\qquad 0{,}77506 - 3 \ldots \text{ Zahl } 0{,}005957 \text{ Grm.}
\end{array}
$$

Also wiegt ein Cubikcentimeter des untersuchten Dampfs 0,005957 Grm. bei 0° und 760mm,00.

In obigem Beispiele ist die dem Dampfe beigemengte atmosphärische Luft, da ihr Volum ziemlich beträchtlich ist,

und zwischen 7 und 8 Procent von dem Gasgemenge beträgt, berücksichtigt worden. Beträgt diese nur $^1/_3$ oder $^1/_2$ Procent, so kann man sie vernachlässigen. Dann ist es auch nicht nothwendig, ja sogar genauer, auch die Ausdehnung des Glasgefässes unberücksichtigt zu lassen.

Es soll zum Beispiel die Berechnung des specifischen Dampfes derselben Flüssigkeit dienen, welche beim vorhergehenden Beispiele gewählt worden ist. Es soll nur angenommen werden, dass das Volum der rückständigen atmosphärischen Luft nur 1,2 Cubikcentimer gegen 314 Cubikcentimeter vom Dampfe der Flüssigkeit beträgt: Es sei also:

$V = 315{,}2$ Cubikc. $\quad t' = 197^\circ{,}5$ C.
$P = 0{,}7105$ Grm. $\quad t = 22{,}1$
$b = 758{,}1$ Mill. bei 0°. $\quad t' - t = 175{,}4$.

Die Rechnung ist dann folgende:

$$
\begin{array}{lrl}
 & \text{Log. } (1+\lambda t') = & 0{,}23575 \\
- & \text{Log. } (1+\lambda t) = & 0{,}03369 \\
\hline
 & & 0{,}20206 \ldots\ldots \text{ Zahl } 1{,}592 \\
+ & \text{Log. } P = & 0{,}85156 - 1 \\
\hline
 & & 0{,}05362 - 1 \\
- & \text{Log. } V = & 2{,}49859 \\
\hline
 & & 0{,}55503 - 3 \\
- & \text{Log. } s = & 0{,}07886 - 3 \\
\hline
 & & 0{,}47617 \ldots\ldots \text{ Zahl } 2{,}993
\end{array}
$$

Specifisches Gewicht = 4,585

Das Gewicht eines Cubikcentimeters Dampf wird in diesem Falle wieder, wie in dem Vorhergehenden, berechnet.

Ungemein erleichtert werden die obigen Rechnungen durch Tafeln, welche die Werthe von Log. $(1+\lambda t)$, Log. $(1+\delta(t'-t))$ und Log. s für verschiedene Werthe von t, d. h. für verschiedene Temperaturen schon berechnet enthalten. Man braucht dann aus den gewöhnlichen Logarithmentafeln nur die Werthe von Log. V, Log $(V-v)$ und Log. P zu entnehmen.

Solche Tafeln hat Poggendorff berechnet, und sie in Bd. XLI. S 460 u. f. seiner Annalen bekannt gemacht; ihres grossen Nutzens wegen sind sie hier abgedruckt worden.

Taf. I. Ausdehnung der Gase für hunderttheilige Grade.

$\lambda = 0{,}00365.$

t.	Log. $(1+\lambda t)$	Untersch.	t.	Log. $(1+\lambda t)$	Untersch.
0	0,00000		30	0,04513	143
1	0,00158	158	31	0,04655	142
2	0,00316	158	32	0,04798	143
3	0,00473	157	33	0,04939	141
4	0,00629	156	34	0,05080	141
5	0,00785	156	35	0,05222	142
6	0,00941	156	36	0,05362	140
7	0,01096	155	37	0,05502	140
8	0,01250	154	38	0,05641	139
9	0,01404	154	39	0,05780	139
10	0,01557	153	40	0,05918	138
11	0,01710	153	41	0,06056	138
12	0,01862	152	42	0,06194	138
13	0,02013	151	43	0,06331	137
14	0,02164	151	44	0,06468	137
15	0,02315	151	45	0,06605	137
16	0,02465	150	46	0,06741	136
17	0,02615	150	47	0,06876	135
18	0,02764	149	48	0,07011	135
19	0,02912	148	49	0,07146	135
20	0,03060	148	50	0,07280	134
21	0,03207	147	51	0,07414	134
22	0,03354	147	52	0,07547	133
23	0,03501	147	53	0,07680	133
24	0,03647	146	54	0,07813	133
25	0,03792	145	55	0,07945	132
26	0,03937	145	56	0,08077	132
27	0,04082	145	57	0,08209	132
28	0,04226	144	58	0,08340	131
29	0,04370	144	59	0,08470	130

Ausdehnung der Gase.

t.	Log. $(1+\lambda t)$	Untersch.	t.	Log. $(1+\lambda t)$	Untersch.
60	0,08600	130	90	0,12336	119
61	0,08730	130	91	0,12455	119
62	0,08860	130	92	0,12574	119
63	0,08989	129	93	0,12693	119
64	0,09117	128	94	0,12811	118
65	0,09246	129	95	0,12929	118
66	0,09374	128	96	0,13046	117
67	0,09501	127	97	0,13163	117
68	0,09628	127	98	0,13280	117
69	0,09755	127	99	0,13397	117
70	0,09882	127	100	0,13513	116
71	0,10008	126	101	0,13629	116
72	0,10133	125	102	0,13745	116
73	0,10259	126	103	0,13860	115
74	0,10384	125	104	0,13975	115
75	0,10508	124	105	0,14090	115
76	0,10633	125	106	0,14205	115
77	0,10757	124	107	0,14319	114
78	0,10880	123	108	0,14433	114
79	0,11003	123	109	0,14546	113
80	0,11126	123	110	0,14659	113
81	0,11249	123	111	0,14772	113
82	0,11371	122	112	0,14885	113
83	0,11493	122	113	0,14997	112
84	0,11614	121	114	0,15109	112
85	0,11735	121	115	0,15221	112
86	0,11856	121	116	0,15333	112
87	0,11977	121	117	0,15444	111
88	0,12097	120	118	0,15555	111
89	0,12217	120	119	0,15666	111

Ausdehnung der Gase.

t.	Log. $(1+\lambda t)$	Untersch.	t.	Log. $(1+\lambda t)$	Untersch.
120	0,15776	110	150	0,18963	102
121	0,15886	110	151	0,19065	102
122	0,15996	110	152	0,19167	102
123	0,16105	109	153	0,19269	102
124	0,16215	110	154	0,19371	102
125	0,16324	109	155	0,19472	101
126	0,16432	108	156	0,19573	101
127	0,16541	109	157	0,19674	101
128	0,16649	108	158	0,19775	101
129	0,16757	108	159	0,19875	100
130	0,16864	107	160	0,19975	100
131	0,16972	108	161	0,20075	100
132	0,17079	107	162	0,20175	100
133	0,17186	107	163	0,20275	100
134	0,17292	106	164	0,20374	99
135	0,17399	107	165	0,20473	99
136	0,17505	106	166	0,20572	99
137	0,17611	106	167	0,20670	98
138	0,17716	105	168	0,20769	99
139	0,17821	105	169	0,20867	98
140	0,17926	105	170	0,20965	98
141	0,18031	105	171	0,21063	98
142	0,18136	105	172	0,21160	97
143	0,18240	104	173	0,21257	97
144	0,18344	114	174	0,21354	97
145	0,18448	104	175	0,21451	97
146	0,18551	103	176	0,21548	97
147	0,18655	104	177	0,21644	96
148	0,18758	103	178	0,21740	96
149	0,18861	103	179	0,21836	96

Ausdehnung der Gase.

t.	Log. $(1+\lambda t)$	Untersch.	t.	Log. $(1+\lambda t)$	Untersch.
180	0,21932	96	210	0,24711	89
181	0,22028	96	211	0,24801	90
182	0,22123	95	212	0,24890	89
183	0,22218	95	213	0,24980	90
184	0,22313	95	214	0,25069	89
185	0,22408	95	215	0,25158	89
186	0,22502	94	216	0,25246	88
187	0,22597	95	217	0,25335	89
188	0,22691	94	218	0,25423	88
189	0,22785	94	219	0,25512	89
190	0,22879	94	220	0,25600	88
191	0,22972	93	221	0,25687	87
192	0,23065	93	222	0,25775	88
193	0,23158	93	223	0,25863	88
194	0,23251	93	224	0,25950	87
195	0,23344	93	225	0,26037	87
196	0,23437	93	226	0,26124	87
197	0,23529	92	227	0,26211	87
198	0,23621	92	228	0,26297	86
199	0,23713	92	229	0,26384	87
200	0,23805	92	230	0,26470	86
201	0,23896	91	231	0,26556	86
202	0,23987	91	232	0,26642	86
203	0,24079	92	233	0,26727	85
204	0,24170	91	234	0,26813	86
205	0,24260	90	235	0,26899	86
206	0,24351	91	236	0,26984	85
207	0,24441	90	237	0,27069	85
208	0,24532	91	238	0,27154	85
209	0,24622	90	239	0,27239	85

Ausdehnung der Gase.

t.	Log. $(1+\lambda t)$	Untersch.	t.	Log. $(1+\lambda t)$	Untersch.
240	0,27323	84	270	0,29787	80
241	0,27408	85	271	0,29867	80
242	0,27492	84	272	0,29946	79
243	0,27576	84	273	0,30026	80
244	0,27660	84	274	0,30105	79
245	0,27744	84	275	0,30184	79
246	0,27827	83	276	0,30263	79
247	0,27911	84	277	0,30342	79
248	0,27994	83	278	0,30421	79
249	0,28077	83	279	0,30500	79
250	0,28160	83	280	0,30578	78
251	0,28243	83	281	0,30656	78
252	0,28326	83	282	0,30735	79
253	0,28408	82	283	0,30813	78
254	0,28490	82	284	0,30891	78
255	0,28573	83	285	0,30968	77
256	0,28655	82	286	0,31046	78
257	0,28737	82	287	0,31123	77
258	0,28818	81	288	0,31201	78
259	0,28900	82	289	0,31278	77
260	0,28981	81	290	0,31355	77
261	0,29062	81	291	0,31432	77
262	0,29144	82	292	0,31590	77
263	0,29225	81	293	0,31586	77
264	0,29305	80	294	0,31662	76
265	0,29386	81	295	0,31738	76
266	0,29466	80	296	0,31815	77
267	0,29547	81	297	0,31891	76
268	0,29627	80	298	0,31967	76
269	0,29707	80	299	0,32043	76

Taf. II. Ausdehnung des Glases.

$\delta = 1/37000$.

t′ — t C°.	Log. $(1+\delta(t'-t))$	Untersch.	t′ — t C°.	Log. $(1+\delta(t'-t))$	Untersch.
100°	0,00117		200°	0,00234	12
110	0,00129	12	210	0,00246	12
120	0,00140	11	220	0,00257	11
130	0,00152	12	230	0,00269	12
140	0,00164	12	240	0,00281	12
150	0,00176	12	250	0,00293	12
160	0,00187	11	260	0,00304	11
170	0,00199	12	270	0,00316	12
180	0,00211	12	280	0,00328	12
190	0,00222	11	290	0,00339	11

Taf. III. Gewicht eines Cubikcentimeters Luft in Grammen = s.

t C°.	Log. s b = 760mm,0	Untersch.	t C°.	Log. s b = 760mm,0	Untersch.	t C°.	Log. s b = 760mm,0	Untersch.
0	0,11363—3		10	0,09807—3	153	20	0,08303—3	148
1	0,11205—3	158	11	0,09654—3	153	21	0,08156—3	147
2	0,11048—3	157	12	0,09502—3	152	22	0,08009—3	147
3	0,10890—3	158	13	0,09350—3	152	23	0,07863—3	146
4	0,10734—3	156	14	0,09199—3	151	24	0,07717—3	146
5	0,10578—3	156	15	0,09048—3	151	25	0,07571—3	146
6	0,10423—3	155	16	0,08898—3	150	26	0,07426—3	145
7	0,10268—3	155	17	0,08749—3	149	27	0,07281—3	145
8	0,10113—3	155	18	0,08600—3	149	28	0,07137—3	144
9	0,09960—3	153	19	0,08451—3	149	29	0,06994—3	143

Taf. IV. Berichtigung zu den Logarithmen in Taf. III., wenn b, d. h. der Barometerstand, bei der Wägung über oder unter 760 Millimeter ist.

Millimeter.	über 760^{mm},0 additiv unter 760^{mm},0 subtractiv	Millimeter.	über 760^{mm},0 additiv unter 760^{mm},0 subtractiv	Millimeter.	über 760^{mm},0 additiv unter 760^{mm},0 subtractiv
1	0,00057	4	0,00228	7	0,00399
2	0,00114	5	0,00285	8	0,00456
3	0,00171	6	0,00342	9	0,00513

Für die Zehntel und Hundertel vom Millimeter rückt man diese Zahlen respective um eine und um zwei Decimalstellen rechts.

Vorhin wurde gesagt, dass die Wägung des Dampfes einer Substanz eine Prüfung der Richtigkeit einer Analyse dieser Substanz abgebe. Wie das möglich sei, mag aus Folgendem erhellen:

Bekanntlich sind die Atomgewichte der Körper entweder geradezu die specifischen Gewichte des Dampfes derselben gegen das zur Einheit angenommene specifische Gewicht des Sauerstoffgases oder einfache Multipla oder Submultipla von ihnen. Wenn man also die Atomgewichte mit 1,1026, dem specifischen Gewicht des Sauerstoffgases gegen das zur Einheit angenommene der Luft, multiplicirt, so hat man die specifischen Gewichte des Dampfes der Körper gegen dieselbe Einheit entweder geradezu oder einfache Multipla oder Submultipla von ihnen. Dies gilt von allen Körpern, von einfachen wie von zusammengesetzten. So ist das Atomgewicht des Jods, wenn man das des Sauerstoffs zur Einheit annimmt, gleich 7,89, und das specifische Gewicht seines Dampfes $=$ $7{,}89 \times 1{,}1026 = 8{,}70$ übereinstimmend mit der Erfahrung, die 8,72 gab. Das Atomgewicht des Wassers (Sauerstoff gleich Eins gesetzt) ist 1,1248, und das specifische Gewicht seines Dampfes wäre hiernach $1{,}1248 \times 1{,}1026 = 1{,}240$, nahe doppelt so gross, als das durch Versuche gefundene 0,623.

Ob die so berechneten specifischen Gewichte mit den wirklich beobachteten geradezu zusammenfallen, wie beim Joddampf, oder erst nach Multiplication oder Division durch

eine einfache Zahl, wie beim Wasserdampf, lässt sich nur durch Versuche entscheiden. Indess wissen wir aus den bisherigen Erfahrungen, dass die Zahl, mit welcher das berechnete specifische Gewicht multiplicirt oder dividirt werden muss, um es dem beobachteten gleich zu machen, immer eine sehr einfache ganze oder gebrochene Zahl ist. Wenn wir also das specifische Gewicht eines Dampfes geradezu aus dem Atomgewicht ableiten, d. h., wenn die Substanz eine einfache ist, ihr Atomgewicht mit 1,1026 multipliciren, oder, wenn die Substanz eine zusammengesetzte ist, die Atomgewichte der Bestandtheile respective mit der Anzahl der Atome und mit 1,1026 multipliciren und die Produkte addiren, so muss das so berechnete specifische Gewicht, verglichen mit dem beobachteten, entweder mit diesem einerlei sein, oder in einem einfachen Verhältnisse zu diesem stehen. Thut es dieses, so können wir die Analyse oder die Wägung für richtig ansehen.

Das Verhältniss, in welchem das berechnete zu dem beobachteten specifischen Gewichte steht, lehrt, ob das Gas eine Verdichtung oder eine Verdünnung erfahren habe. Es ist eine Verdichtung eingetreten, wenn das beobachtete specifische Gewicht grösser ist, als das berechnete, dagegen hat eine Verdünnung statt gefunden, wenn das Umgekehrte der Fall ist.

Die Auffindung des Verdichtungs- oder Verdünnungs-Verhältnisses kann als der eigentliche Zweck der Wägung von Dämpfen betrachtet werden; denn wenn man dieses Verhältniss gefunden hat, kann man umgekehrt aus dem Atomgewichte der Substanz, oder, wenn es eine zusammengesetzte ist, aus der Anzahl und dem Gewichte der Atomen ihrer Bestandtheile das specifische Gewicht des Dampfes mit ungleich grösserer Genauigkeit berechnen, als es durch die Wägung zu bestimmen möglich ist.

Gewichte, — siehe *Waage.*

Glasblasen. — Für den, welcher sich mit chemischen Untersuchungen beschäftigt, ist es unentbehrliches Erforderniss, Glas vor der Lampe behandeln zu können, Glasröhren in mancherlei Formen zu biegen, Kugeln davon zu blasen u. s. w. Wiewohl diese Kunst eigentlich in Handgeschicklichkeit besteht, die sich erst durch Uebung erwerben lässt,

so werde ich doch einige Worte über die allgemeinen Handgriffe dabei angeben. Es kommen vorzüglich drei Gegenstände dabei in Betracht: die Lampe, das Gebläse und das Glas.

Die Lampe wird von verzinntem Eisenblech und von der Form wie Fig. 6. Taf. III. gemacht, vorne schmal und hinten breiter, um mehr Oel fassen zu können. Der Docht wird von Baumwollengarn und sehr dick gemacht; die Hülse, in die er gesetzt wird, ist inwendig der Länge nach durch ein dünnes Blech getheilt, wie *a* zeigt, auf dessen beiden Seiten der Docht gleich dick gemacht wird. Diese Hülse sitzt auf einem am Boden der Lampe befestigten Blechstreifen, wie *ab* in *B*, wo man die Lampe im Profil sieht. Die Lampe muss in einem flachen Gefäss von Eisenblech *cd* stehen. In dem Deckel hat man gern eine Oeffnung *e* zum Eingiessen des Oels. Die vordere Hälfte des Deckels muss vermittelst eines in der Mitte befindlichen Scharniers aufhebbar sein. Als Brennmaterial kann man Talg oder Baumöl nehmen; andere Oele geben weniger gute Hitze. Talg kostet am wenigsten und erfordert eine Lampe, die auch hinten offen ist, damit man stets nach Bedarf Talgstücke einlegen kann; so lange man sich nur im Glasblasen übt, mag man daher lieber nur Talg brauchen. Aber sonst nimmt man für die im Laboratorium bereitstehende Lampe am besten Baumöl; denn es würde sehr beschwerlich und aufhaltend sein, jedesmal wenn man eine Glasröhre biegen oder am Ende zuschmelzen wollte, erst den erstarrten Talg in der Lampe zu schmelzen, wobei es wohl auch in der Eile geschehen könnte, dass man zugleich die Löthungen der Lampe aufschmelzte.

Das Gebläse hat man von zweierlei Art: entweder wird mit dem Mund, oder mit einem unter dem Tisch befindlichen doppelten Blasebalg geblasen. Beim Blasen mit dem Mund hat man ein Blaserohr von Glas, Eisenblech oder sonst einem Metall, von der Gestalt, wie Fig. 7. zeigt. Es wird von einer Klammer *ab* gehalten, die man hier halb von vorne sieht, und zur besseren Befestigung der Röhre wird auf die Klammer ein passender Ring *c* aufgedrückt. Beim Blasen mit dem Balg hat man einen Tisch, wie Fig. 8. *AB* ist der doppelte Balg, *C* der Tritt. Wenn der Balg bis zu seiner höchsten Höhe aufgetrieben wird, so könnte er

er durch unvorsichtig starkes Treten gesprengt werden. Dies zu verhüten, hat er oben eine Klappe *ef*, die so schwer aufliegt, dass sie von der Luft nicht gehoben wird; kommt sie aber bis an den, unter dem Tisch befindlichen Stift *d* hinauf, so drückt dieser die dünne Scheibe *c* nieder, und die Klappe öffnet sich nach *e* zu. Damit sie wieder richtig zufalle, hat sie bei *e* ein Oehr von Stahldrath, durch welches ein hervorstehender kleiner Stift geht, der das Oeffnen und Zufallen der Klappe lenkt. Auf den Balg legt man, je nachdem man stärkeres oder schwächeres Feuer bedarf, bleierne Gewichte *gg*, wovon man mehrere kleinere haben muss. Vom Balge wird die Luft durch das hölzerne Rohr *hc* abgeleitet und gelangt in die metallene Röhre *K*, die aus mehreren beweglichen Theilen besteht, so dass die Richtung des Gebläses nach Bequemlichkeit verändert werden kann; man hat mehrere Endstücke mit verschieden grossen Löchern zum Aufsetzen, je nach Bedarf von verschieden grossem Feuer. Grobe Röhren geben stärkere Hitze und erfordern geringere Belastung auf dem Balg, erfordern aber auch ein grösseres Feuer, wenn sie es nicht ganz ausblasen sollen. Man braucht sie beim Ausblasen von grösseren Kugeln. — Die grösste Kunst beim Glasblasen besteht in der richtigen Wartung des Feuers, in der Bildung einer richtigen Flamme, und dafür können keine Vorschriften gegeben werden. Die Güte der Flamme beruht dabei auf einem Haarbreit mehr oder weniger, und hat man sie einmal gut erhalten, so hüte man sich, die relative Stellung der Lampe und des Blasrohrs zu verrücken. Die Flamme ist gut, wenn sie wenig leuchtet, am Ende abgerundet ist und beim Blasen mit einem eignen tönenden Geräusch brennt; so dass man also sehen und hören kann, wann die Flamme gut ist. Eine leuchtende, klare, stille oder zischende Flamme ist nicht heiss und berust das Glas, ohne es heiss zu machen. Für Anfänger im Glasblasen ist zu erinnern, dass es sich nicht der Mühe lohnt, irgend etwas zu versuchen, so lange nicht die Flamme gut ist, und dass auch ein geübter Glasbläser mit einer schlecht beschaffenen Flamme nichts ausrichten kann. Man muss sich von Anfang an an den Gebrauch des mit dem Munde geblasenen Blasrohrs gewöhnen, theils weil man zuweilen diese Kunst besitzen muss, wenn kein Blasebalg zu Gebote

steht, und theils, weil man durch die Moderation von Hitze, die man durch stärkeres oder schwächeres Blasen hervorbringen kann, mehr Herr seiner Arbeit ist.

Peclet hat eine Glasbläserlampe eingerichtet, die zum Glasblasen für chemische Zwecke sehr bequem ist; es würde zu weitläufig werden, sie im Einzelnen zu beschreiben, es ist auch nicht nöthig, da sie ohnedies immer ganz eingerichtet von Fabrikanten angeschafft werden muss. Das Princip davon besteht darin, dass sie einen cylindrischen Docht hat, in dessen Centrum das Blasrohr sitzt. Der Docht ist sehr dick und besteht aus einem losen Baumwollengewebe, so wie es zu Dochten gebraucht wird, 8 Mal über einander gewickelt und das Ende darauf festgeheftet. Sie gibt ein gutes Feuer, dessen Richtung aufwärts geht und ein Saugen zum Centrum bewirkt, wodurch alle Theile der Flamme sich in der Mitte vereinigen, und kein Theil des Oels verbrennt, ohne dass er nicht zur Blasrohrflamme beiträgt. Der Rauch steigt gerade auf in den Rauchfang und wird mit Leichtigkeit weggeführt. Ich habe mich ihrer in den letzteren Jahren vorzugsweise bedient und sie darf meiner Meinung nach in keinem Laboratorium fehlen. Für Künstler im Glasblasen, welche oft mehr Hitze und veränderte Formen der Flamme bedürfen, ist die vorhin beschriebene Lampe vielleicht zweckmässiger.

Das Glas zu diesen Arbeiten muss stets in Form von Röhren sein; allein die Beschaffenheit dieser Glasröhren ist keineswegs gleichgültig. Inwendig müssen sie vollkommen rein, frei von Staub und Feuchtigkeit sein. Niemals darf man daher in Glasröhren mit dem Munde blasen, da sie dadurch inwendig feucht werden, und alsdann nur nach völligem Austrocknen wieder brauchbar sind; denn die geringste Feuchtigkeit in einer Röhre, die man vor der Glasbläser-Lampe behandelt, kann Ursache sein, dass sie zersprengt wird. Die Beschaffenheit des Glases hat auf die Leichtigkeit seiner Bearbeitung vor der Lampe einen wesentlichen Einfluss. Manches Glas ist schwerflüssig, ungleichförmig, so dass sich gewisse Theile leichter als andere ausdehnen, u. s. w.; solches taugt durchaus nichts. Das in Frankreich zu Glasröhren angewandte Glas ist sehr leicht schmelzbar und enthält kein Blei. Es eignet sich vortrefflich zu Appa-

raten, die nicht der Glühhitze ausgesetzt werden, und widersteht den Säuren sehr gut. Indessen muss man auch mit Röhren von sehr schwer schmelzbarem Glase versehen sein, zur Verfertigung solcher Apparate, worin Substanzen in der Glühhitze einem Strom von irgend einem Gas ausgesetzt werden sollen, wobei es nothwendig ist, dass sich das Glas weder ausblase, noch durch die Schwere der einliegenden Substanz seine Form verändere. Man muss zu chemischem Behuf eine bedeutende Menge von Glasröhren vorräthig haben, sowohl von verschiedenem inneren Durchmesser, als verschiedener Dicke des Glases. Oft braucht man Röhren von dünnem Glas, und in anderen Fällen wieder, besonders wenn man Glasröhren biegen will, Röhren von dickem Glas; denn die dünnen bilden gewöhnlich eine Falte in der Biegung und halten dann nicht. — Bleihaltige Glasröhren muss man ganz zu vermeiden suchen.

Die Arbeiten, die im Allgemeinen zu chemischen Endzwecken als Gegenstände vor der Glasbläser-Lampe vorkommen, sind: Glasröhren ausziehen, dieselben biegen, sie zusammenlöthen, Kugeln ausblasen, entweder an einem Ende oder in der Mitte, trichterförmige Oeffnungen auf ihnen machen, und endlich sowohl Glasröhren als kleinere Kolben an der Mündung erweitern und ihnen einen ausgebogenen Rand geben. Ueber jede dieser Arbeiten werde ich einige Worte sagen.

Will man eine Glasröhre, besonders eine von dickem Glas, in das Feuer bringen, so muss sie zuvor eine Zeit lang in die Flamme gehalten werden, ohne darauf zu blasen, und erst wenn sie gut durchgewärmt ist, was um so langsamer geht, je dicker die Glasmasse ist, bläst man mit der Flamme und hält den berussten Theil der Röhre hinein, erst in die Spitze und nachher da, wo die Flamme am heissesten ist. Röhren von dünnem Glas und geringem Durchmesser können indess oft ohne Gefahr sogleich in die geblasene Flamme geführt werden. Während des Erhitzens muss die Röhre in der Flamme beständig umgedreht werden, damit sie von allen Seiten gleichförmig erhitzt wird. Man muss dabei die Fertigkeit besitzen, mit beiden Händen gleich drehen zu können, weil sonst die weichgewordene Röhre, indem man mit der einen Hand schneller als mit der anderen umdreht,

schraubenförmig gewunden wird. — Soll die Röhre ausgezogen werden, so nimmt man sie, nachdem sie hinlänglich erweicht ist, aus dem Feuer, und zieht sie mit fester Hand aus. Man darf sie nicht ausziehen, während sie noch im Feuer ist, denn dann schmilzt sie quer ab. Braucht man ein längeres ausgezogenes Stück, so drückt man erst während des Blasens das erweichte Glas in sich zusammen, so dass man einen grösseren erweichten Glasklumpen bekommt, den man alsdann auszieht. Zuweilen muss man ihn zuvor etwas durch Ausblasen erweitern. Eine Glasröhre von grösserem Caliber zu einem geringeren gleichförmig ausziehen, gehört zu den schwersten Sachen in dieser Kunst. Man muss dann die Röhre beständig in's Feuer halten und sie regelmässig nur eben so viel weiter rücken, dass die Flamme auf das noch nicht erweichte Glas spielt, und dass es ausgezogen wird, so wie es aus der Flamme gerückt wird. Glasröhren zu biegen, ist dagegen sehr leicht, zumal wenn die Röhren dick an Glas und von geringem Caliber sind. Weitere Glasröhren oder Röhren von dünnem Glas biegt man nicht gern vor der Lampe; sondern zu diesem Endzweck stellt man zwei Ziegelsteine, in einem Abstand von 3 bis 4 Zoll, neben einander, und verschliesst den dadurch gebildeten langen schmalen Raum durch zwei andere, an die Enden gestellten Steine. Man legt nun Kohlen dazwischen, zündet sie an, und wenn sie brennen, legt man die zu biegende Stelle der Glasröhre zwischen die Kohlen, so dass sie von allen Seiten von denselben umgeben ist, am besten aber, ohne berührt zu werden; man dreht sie um, und nimmt sie, wenn sie hinlänglich erweicht ist, aus dem Feuer, um sie sogleich zu biegen.

Will man Glasröhren zusammenlöthen, so müssen erst die Enden dünner gemacht werden, indem man sie zuschmilzt und das zugeschmolzene Ende dann schnell und stark ausbläst, wodurch das Glas zu einem ganz dünnen Häutchen ausgetrieben wird, welches man wegnimmt und dadurch an der Röhre einen dünnen umgebogenen Rand erhält. Die so vorbereiteten Enden werden zu gleicher Zeit erhitzt, und werden, wenn sie im Feuer hinlänglich erweicht sind, so genau und gleichförmig als möglich zusammengedrückt. Hat man an der Seite einer Kugel oder einer Röhre eine andere

anzulöthen, so fängt man damit an, vermittelst einer spitzen und also mehr begrenzten Flamme, die Stelle zu erhitzen, wo die Löthung angebracht werden soll, und ist sie völlig erweicht, so berührt man sie mitten auf mit einer am Ende zugeschmolzenen und zuvor etwas erhitzten Glasröhre, die sogleich anhaftet; und darauf zieht man nun an dieser Stelle eine Röhre aus. Diese Stelle wird dann von Neuem erweicht und, wie vorher gezeigt wurde, ausgeblasen, wodurch man ein rundes Loch mit ausgebogenem Rand bekommt, an welchen alsdann das auf gleiche Weise behandelte Ende der Röhre angeschmolzen wird. Nimmt man nach einer so gemachten Löthung das Glas aus dem Feuer, so springt es unvermeidlich an der gelötheten Stelle, und oft noch eine lange Strecke daneben. Dem zuvorzukommen, erfordert eine neue Arbeit, darin bestehend, dass man in einer, am besten spitzen und begrenzten Flamme einen Punkt der Löthung nach dem anderen zum Schmelzen erhitzt. Sie schmilzt dadurch zusammen und wird platt, dem aber durch gelindes Einblasen abgeholfen werden kann; man schmilzt es dann wieder ein und bläst zu wiederholten Malen hinter einander wieder aus, bis das Glas der Enden ganz mit einander verschmolzen ist, wo man nun beim letzten Ausblasen genau Acht gibt, dass es nicht stärker sei, als es die gewünschte Form verlangt. Alsdann geht man zum nächsten Stück über, wiederholt mit dem dieselbe Operation, und verfährt auf diese Weise rundum mit der ganzen Löthung. Versucht man dies auf einmal zu machen durch Drehen des Glases, so missglückt dies, indem die Form des Glases ganz verändert wird, die sonst der nicht geschmolzene Theil beibehält. Eine auf die angegebene Art behandelte Löthung hält eben so gut wie das übrige Glas.

Will man eine Kugel ausblasen, so schmilzt man die Röhre an diesem Ende zu, und erhitzt darauf ein erforderlich grosses Stück davon, unter beständigem Umdrehen der Röhre; nach hinlänglicher Erweichung bläst man die Kugel aus. Es gelingt besser eine regelmässige Kugel zu erhalten, wenn das offene Ende der Röhre zu einer feinen Spitze ausgezogen ist. Eine Kugel mitten auf einer Röhre auszublasen, ist sehr schwer, weil es lange Uebung erfordert, die beiden Endstücke der Röhre, in deren Mitte die Kugel

geblasen werden soll, gerade gegen einander über zu halten, ohne sie beim Blasen weder aus einander zu ziehen, noch sie in einander zu drücken. Wenn man eine längliche Kugel haben will, muss man beim Blasen etwas ziehen. Da die Glasmasse der Röhre öfters nicht dick genug ist, um das zur Kugel erforderliche Glas zu liefern, drückt man das Glas unter beständigem Umdrehen im Feuer zusammen, bis man einen Wulst von hinreichender Glasmasse für die zu bildende Kugel hat.

Um das Ende einer Röhre trichterförmig auszublasen, bläst man zuerst eine Kugel aus, erhitzt dann ihre obere Hälfte oder Drittheil, und bläst dies nun mit aller Kraft aus, wodurch man eine Blase von so dünnem Glas erhält, dass es bei der leisesten Berührung zerbricht und mit Hinterlassung eines ausgebogenen Randes hinweggenommen werden kann, dessen Unebenheiten in der Flamme geebnet werden. Für die nähere Ausführung von allem diesen gebe ich keine ausführlicheren Vorschriften, weil sich so etwas nicht in einem Buche, sondern nur durch Uebung lernen lässt, nachdem man vorher einem geübten Bläser bei diesen Arbeiten zugesehen hat.

Um Kolbenhälse oder dickere Röhren auszuweiten und ihnen einen umgebogenen Rand zu geben, erweicht man diesen, nach vorsichtiger Erwärmung, in der Flamme, und schweift ihn alsdann, vermittelst einer runden und nach Behuf mehr oder weniger stumpf zugespitzten Kohle, Fig. 9, aus. Hierzu eignen sich ganz vorzüglich solche Kohlen, die unverbrannt durch den Hohofen in das Gestelle hinunter gefallen sind. Sie sind gewöhnlich hart, dicht, etwas wärmeleitend und brennen schwer, so dass sie sich weder an dem halbgeschmolzenen Glase entzünden, noch an demselben anhaften, wie es mit gewöhnlichen Kohlen oft der Fall ist, besonders wenn man die Ausschweifung machen muss, während sich das Glas noch im Feuer befindet. Hat man dies bei kleinen, vor der Lampe geblasenen Flaschen und Kölbchen zu machen, so bedürfen diese gewöhnlich einer so lange vorhergehenden, vorsichtigen Erhitzung, dass man sie an der Kugel nicht mehr halten kann; alsdann bedient man sich hierzu eines eignen, Fig 10, abgebildeten Instruments,

welches aus einem dicken Stahldrath besteht, an dessen einem Ende eine kleine Schaale von dünnem Eisenblech befestigt ist. Um ein Stück des Draths sind ein Paar andere feinere Stahldräthe gewunden, deren freie Enden vor der kleinen Schaale umgebogen und mit Oehren versehen sind. Durch letztere wird der Hals des Kölbchens geführt, während die Kugel gegen die Schaale gestüzt ist. Die um den dickeren Drath gewundenen Dräthe müssen beweglich sein, so dass sie so weit heruntergeschoben werden hönnen, dass durch den Druck dieser Arme die Kugel in der Schaale festgehalten wird.

Glasbohren. — Für chemische Zwecke ist es sehr oft erforderlich, Löcher in Glas zu bohren. Dies geschah früherhin mit einem Drillbohrer von Diamant, der, wenn das Loch nicht gar zu fein zu sein brauchte, sehr kostbar wurde. Für grössere Löcher gebrauchte man einen Cylinder von Kupfer, der mit einem Drillschaft in rotirende Bewegung gesetzt wurde, auf der Glasoberfläche umgeben mit einem Brei von Schmirgelpulver und Oel. Auf diese Weise schneidet man ein ringförmiges Loch in das Glas; wenn nur noch wenig von dem Glase undurchschnitten ist, wird der Ring vollständig von der entgegengesetzten Seite ausgebohrt, wobei ein cirkelrunder Glaskern in dem kupfernen Cylinder zurückbleibt. Seitdem hat man gelernt, mit der grössten Leichtigkeit und sehr schnell Löcher durch Glas zu bohren, indem man einen gewöhnlichen Drillbohrer von hartem Stahl anwendet, oder auch einen Grabstichel, den man mit dem Drillbogen oder auf einer Drechselbank umdreht. Die Stelle, an welcher das Bohren geschieht, wird beständig feucht erhalten, entweder mit zäh gewordenem Terpenthinöl, oder, in Ermangelung desselben, mit einer gesättigten Lösung von Campher in Terpenthinöl. Von dem Augenblick an, wo diese Flüssigkeit die Glasoberfläche befeuchtet, schneidet der Bohrer sogleich, und es geht viel schneller, Löcher durch Glas zu bohren, als durch gleich dicke Scheiben von Messing. Man kann darauf das Loch mit immer grösseren Bohrern erweitern. Terpenthinöl, welches nicht durch lange Aufbewahrung verharzt worden ist, hat keine Wirkung, wenn nicht Campher zugesetzt wird. Es ist keine andere

Flüssigkeit bekannt, welche eben so wirkt. Auch ist es unbekannt, wovon diese sonderbare Wirkung abhängt. Man kann mit in Terpenthinöl und Campher getauchten Schraubenpatricen Schraubengänge in das Loch bohren, wenn man mit einer kleineren Patrice anfängt und dann immer grössere nimmt. Schon nach dem dritten in der Reihe pflegt der Schraubengang fertig zu sein.

Glasschleifen — gehört ebenfalls zu den Gegenständen, die in einem Laboratorium müssen vorgenommen werden können. Man hat Propfen auf Flaschen einzuschleifen (siehe *Propfen*), die Ränder von Glocken oder Trichtern, so wie ganze Glasscheiben, eben zu schleifen, und Retorten und Vorlagen durch Schleifen in einander zu passen, statt zu lutiren. Zu diesem Endzweck hat man sich mit drei etwas runden und ebenen Platten von Blei oder Kupfer, von 8 bis 10 Zoll Durchmesser, zu versehen, auf denen das Glas mit Sand oder Schmirgel und Wasser geschliffen wird, zuerst mit gröberem, und darauf mit feinerem von zwei Sorten. Man schleift stets mit derselben Schmirgelsorte auf derselben Scheibe, und wäscht das Glas gut ab, wenn man es von der gröberen auf die feinere bringt, denn sonst ist man nie vor Ritzen sicher. Eben geschliffene Glasscheiben braucht man, um sie auf eben geschliffene Trichter zu legen, und diese dadurch luftdicht zu verschliessen, so dass die in dem Filtrum befindliche Substanz mit einer Flüssigkeit übergossen werden kann, die längere Zeit auf sie wirken soll, ohne dabei abzufliessen, da es durch die aufgelegte Glasscheibe verhindert ist. So wie man sie abnimmt, fängt das Filtriren an. Die Flasche, worin man eine Lösung von Kalihydrat zum täglichen Gebrauch in Laboratorien aufbewahrt, wird an der Mündung eben geschliffen und mit einer kleinen, eben geschliffenen, runden Scheibe von dickem Glas, die an dem Rande herum mit Talg bestrichen ist, bedeckt. Wird diese gelinde aufgedrückt, so hält sie vollkommen dicht. Hat man Lauge aus der Flasche herauszunehmen, so wird die Scheibe abgenommen und die Oeffnung der Flasche von Talg gereinigt, bevor man die Lauge ausgiesst. Die Mündung der Flasche wird dann mit ein wenig Löschpapier abgetrocknet, ehe man die Scheibe wieder aufdrückt. Dies ist eben so

sicher, aber viel bequemer, als die Anwendung eines getalgten Stöpsels und die Herausnahme der Lauge mit einer Pipette, wie dies gewöhnlich geschieht. Bekanntlich ist es schon nach einer Woche unmöglich, den Stöpsel herauszunehmen, wenn zwischen ihn und den Hals der Flasche Kalihydrat kömmt.

Glassprengen. — Oft ist es nothwendig, den Hals eines Glaskolbens zu verkürzen, und recht nützlich ist es aus zerbrochenen Kolben- und Retortenkugeln noch Abdampfschaalen aussprengen zu können; alles dies erfordert seine kleinen Handgriffe. — Zur Absprengung von sehr dickem Glas, z. B. dicken Kolbenhälsen, wendet man Sprengeisen an, wie Fig. 11. Taf. III., von denen man mehrere mit verschieden grossen Ringen haben muss. Man wählt nun darunter den Ring aus, welcher für die abzusprengende Stelle des Kolbenhalses passt, bringt ihn zwischen Kohlen zum völligen Glühen, und steckt ihn nun auf den Kolbenhals, auf dem man ihn ½ bis eine Minute lang lässt. So wie man ihn abnimmt, berührt man die heisse Stelle mit einem nassen Stückchen Holz, oder lässt einen Tropfen Wasser darauf fallen, wo dann das Glas mit Heftigkeit abspringt. — Eine andere Art besteht darin, dass man einen in Terpenthinöl getauchten baumwollenen Faden um den Kolbenhals bindet und anzündet; sobald er zu brennen aufgehört hat, berührt man die heisse Stelle mit kaltem Wasser. Oder man bindet fest um das Glas auf beiden Seiten der abzusprengenden Stelle Bindfaden, und schlingt dann um das zwischen dieser Umbindung noch entblösste Glas eine dünne Schnur einmal herum. Zwei Personen fassen die Enden dieser Schnur, und indem die eine zugleich die Kugel, die andere den Hals des Kolbens hält, ziehen sie die Schnur so schnell wie möglich hin und her. Nach einigen Augenblichen springt der Kolbenhals ab, in Folge der heftigen Hitze, die durch die Reibung der Schnur auf dem Glas erregt wird. Das Glas springt hierbei so regelmässig und scharf ab, dass es fast wie abgeschliffen aussieht.

Die beste Art indessen, um ein nicht allzudickes Glas abzusprengen, besteht in der Anwendung von Sprengkohlen (s. diesen Artikel); es sind dies lange Cylinder von der

Dicke eines Schwanenkiels, welche, an einem Ende angezündet, mit einer feinen glühenden Spitze von selbst zu glimmen fortfahren, vermittelst deren man einen Sprung in einem Glase mit derselben Sicherheit weiter leiten kann, mit der man vermittelst einer Feder einen Strich darauf zeichnet. Wenn das zu sprengende Glas keinen Sprung hat, so macht man in seinen Rand einen Feilstrich, der sich, indem man die Kohle daran hält, zu einem Sprung öffnet, den man dann beliebig weiter führt. Will man den Hals eines Kolbens absprengen und das abgesprengte Stück ganz behalten, oder will man eine Flasche mitten durchsprengen, ohne erst vom Rande an einen verticalen Sprung herunter zu leiten, so macht man den Feilstrich an der Stelle und in der Richtung, in welcher der Sprung geschehen soll; durch Anhalten der Kohle an das Ende des Feilstrichs entsteht ein Sprung, den man wiederum beliebig weiter führen kann. Es ist dabei gut, durch einen gezeichneten Strich oder einen umgebundenen Faden sich den Weg des Sprungs vorzuzeichnen, um ihn in gerader Linie zu erhalten. Mit einiger Uebung bringt man es leicht dahin, die Absprengung so gerade und scharf, wie mit einem Diamant und Lineal zu machen. Ein gewöhnliches Kunststück, an dem sich Anfänger üben, ist, an einem Trinkglas von seinem oberen Rand an bis zu dem Boden einen spiralförmigen Sprung zu ziehen. Beim Anfang der Spirale macht man in den Rand des Glases einen Feilstrich, von wo aus man mit der Sprengkohle die Spirale weiter sprengt. Ein so gesprengtes Glas lässt sich mit Wasser füllen, allein so wie man es aufzuheben versucht, öffnet sich die Spirale, ohne zu zerbrechen, und das Wasser läuft aus. — Beim Gebrauch der Sprengkohle ist zu beobachten, dass man sie nicht eher anwendet, als bis sie zur Spitze gebrannt ist, und dass man sie nach dem Gebrauch in trocknem Sand auslöscht.

Gradiren, Gradirwerk. — Wenn man eine Flüssigkeit, die zur Krystallisation abgedampft werden soll, zuvor durch eine, aus Reiserbündeln geflochtene Wand herunterfliessen lässt, bis sie durch die Verdunstung in der Luft so weit concentrirt worden ist, dass sich die Abdampfung derselben lohnt, so sagt man, dass sie *gradirt* wird, und nennt die hierzu dienende Reiserwand *Gradirwerk.* Dieses

Verfahren wird besonders bei den Salzsiedereien und auf den Vitriolwerken angewendet.

Gramm, — ein Gewicht, die Einheit in dem französischen Decimal-Gewichtssystem.

Granuliren, — oder leicht schmelzbare Metalle in grobes Pulver verwandeln, besteht darin, dass man geschmolzenes Zink, Zinn u. dergl. in eine hölzerne, inwendig mit Kreide bestrichene Büchse schüttet, und nach Aufsetzung des ebenfalls bekreideten Deckels sehr heftig umschüttelt, bis das Metall erstarrt ist, worauf man es in kleine Körner verwandelt findet. Auch kann man zu diesem Endzweck das geschmolzene Metall über einen in Wasser befindlichen Besen giessen, den man dabei beständig gelinde schüttelt.

Hahn, — ist eine bei Gasversuchen unentbehrliche Geräthschaft. Man muss sich mit mehreren Hähnen von Messing versehen, deren Schraubenstücke alle in dieselben Gänge passen. Ein Hahn besteht aus einer metallenen Röhre, in der Mitte mit einer Erweiterung und einem konischen Loche, in welchem ein quer durchbohrter Zapfen sitzt; an beiden Enden ist die Röhre mit Schraubenstücken versehen. Taf. III. Fig. 12 *AB* zeigt die Metallröhre, und *D* den konischen Zapfen. Die punktirten Linien zeigen die Oeffnung an. Der Zapfen hat an seinem schmaleren Ende eine kleine vierseitige Erhöhung, worin sich ein Loch mit nach oben gehenden Schraubengängen befindet. Nach Einsetzung des Zapfens wird die Hülse *H* über das Ende des Zapfens gesteckt, so dass der hervorstehende vierseitige Theil in das vierseitige Loch der Hülse passt, aus der er jedoch nicht hervorragen darf. Darauf wird die kleine Schraube *I* in das kleine Loch eingeschraubt. Hiermit bezweckt man sowohl die Festhaltung des Zapfens, als auch seine stärkere Schliessung durch tiefere Einschraubung der kleinen Schraube, im Fall er nicht dicht halten sollte. Der Zapfen muss mit der grössten Genauigkeit in das konische Loch eingeschmirgelt sein. Es ist übrigens recht gewöhnlich, dass selbst geschickte Instrumentenmacher sich nicht die nöthige Mühe damit geben, und dass man sich seine Zapfen selbst dicht machen muss; man muss sie dann lange, d. h. stundenlang, hin und her drehen, zuerst mit Baumöl und feingeschlämmtem

Schmirgel, darauf mit Baumöl und Trippel, und zuletzt mit blossem Oel. Der Zapfen schliesst dicht, wenn der Hahn, auf die Luftpumpe geschraubt, auf deren Schraubengänge seine Schraubenstücke stets passen müssen, nach Auspumpung der Luft innerhalb 2 Stunden keine Erhöhung des Quecksilbers in der Barometerprobe zulässt. Ein guter Zapfen muss dicht halten, wenn er nur mit Baumöl geschmiert ist; indessen hält er durch Einschmierung mit Talg oder noch besser mit einem zusammengeschmolzenen Gemische von 2 Th. Wachs und 1 Th. Baumöl, immer am sichersten. Soll ein Hahn luftdicht in eine Mutter eingeschraubt werden, so legt man eine mit Talg, oder in einigen Fällen mit Wachs, durchtränkte und zum Durchgange der Schraube rund abgeschnittene Scheibe von sämischem Leder zwischen beide; indem man sie beim Zuschrauben zusammenpresst, wird die Verbindung luftdicht. Zu noch grösserer Sicherheit pflegt man stets auf der, sowohl die Schraube als die Mutter begrenzenden, ebenen Fläche einige kleine zirkelrunde Vertiefungen einzuschneiden. — Dünne Caoutschoucscheiben halten vollkommen luftdicht, und bei Anwendung solcher braucht man die Schraube nicht so fest zuzuziehen. Zuweilen kommt man in den Fall, bei Ueberfüllung von Gasen aus einem Gefässe in ein anderes, zwei Hähne mit einander verbinden zu müssen. Am leichtesten wäre dies ausführbar, wenn jeder Hahn an dem einen Ende eine Schraube, und an dem anderen eine Mutter hätte. Allein in gewissen Fällen würde dies auch unbequem sein, und darum hat man zu diesem Endzweck ein kleines Zwischenstück, Fig. 13, an beiden Enden mit einer Mutter versehen, die durch ein Loch inwendig mit einander in Gemeinschaft stehen. Die Mutter muss so abgemessen sein, dass sie von dem Schraubenstück gerade ausgefüllt wird, ohne einen leeren Raum zu lassen, aus dem sich beim Durchströmen der Gase diesen Luft beimengen würde. Die auswendige Seite der Mutter darf nicht cylindrisch, sondern muss vierseitig sein, damit man sie mit einem dazu bestimmten Schlüssel fassen und hinreichend stark anziehen kann.

Helm, — ein Theil vom Destillationsapparat, wovon schon beim *Destilliren* die Rede war. Auch von Zinn werden die Helme verfertigt, namentlich zur Destillation von

Essig und anderen pharmaceutischen Gegenständen. Ehemals wurden auch häufig gläserne Helme gebraucht, die auf den Hals von Glaskolben dicht aufgesetzt wurden, wodurch eine Art von Alembik oder gläserner, mit Helm versehener Destillirblase entstand.

Heber, Siphon, — eine gebogene Röhre, Taf. III. Fig. 14, deren einer Schenkel länger ist als der andere, und vermittelst deren man aus einem Gefässe, ohne es zu neigen, eine geklärte Flüssigkeit von dem Bodensatz ablässt. Man füllt den Heber mit Wasser, verschliesst den längeren Schenkel mit dem Finger und taucht den kürzeren in die Flüssigkeit. Sobald man den Finger von der Oeffnung wegzieht, fliesst die Flüssigkeit aus, weil die Wassersäule in dem längeren Schenkel schwerer ist als in dem kurzen, und da keine Luft eindringen und den Raum des Ausgeflossenen einnehmen kann, so saugt die fallende Flüssigkeit durch ihre Schwere unaufhörlich Flüssigkeit in den kurzen Schenkel hinauf, in Folge dessen dann beständig Flüssigkeit durch den Heber ausfliesst, so lange der kürzere Schenkel unter ihrer Oberfläche stehen bleibt. Um zu verhindern, dass nicht der Heber etwas von dem Bodensatz aufsauge, pflegt man den kürzeren Schenkel am Ende zuzublasen, und dafür eine Oeffnung an der Seite anzubringen, wie Fig. 15 *a*. Hierdurch wird verhindert, dass nicht der Heber von unten aufsauge, wodurch er also die Flüssigkeit weniger leicht trübt. Ferner pflegt man an den längeren Schenkel eine Saugröhre anzusetzen, wie *bc*, wodurch man nicht nöthig hat, den Heber vorher mit Wasser zu füllen; sondern man setzt ihn nun direct in die Flüssigkeit und saugt diese in die Höhe, während man mit dem Finger den längeren Schenkel verschlossen hält. Manche Chemiker pflegen häufig, selbst bei feineren Versuchen, zur Vermeidung des langsamen Filtrirens, das Klare mit dem Heber abzuziehen. Ich ziehe das Filtriren vor, denn die Reinigung des Hebers von darin zurückgebliebenen Theilen der abgezogenen Flüssigkeit ist eine Möglichkeit mehr zu Verlust.

Hepatisch — sagt man von Körpern, welche Schwefelwasserstoff oder eine alkalische Schwefelbasis enthalten und nach faulen Eiern riechen. S. Th. II. p. 214.

Hydrometer, — bei englischen Schriftstellern synonym mit *Aräometer.*

Hygrometer, — ein Instrument, welches zur Messung des Wassergas-Gehaltes der Luft dient. Die in Th. I. p. 385 erwähnte, hier folgende Tabelle zur Vergleichung der Resultate des Haarhygrometers mit denen, welche den Hygrometerstand in Höhen der Quecksilbersäule, welche von dem Wassergas der Luft getragen werden, angeben, gründet sich auf Versuche mit Salzen, die bis zu einem gewissen gegebenen Grad die Luft bei einer gegebenen Temperatur austrocknen, welche letztere für Gay-Lussac's Versuche + 10° war, und für die diese Tabelle eigentlich gilt. Berechnet man sie für andere Temperaturen, so gibt sie über + 10° einen etwas zu grossen, und unter 10°-einen etwas zu geringen Wassergehalt; allein dies ist ganz zu vernachlässigen.

Grade des Haarhygrometers.	Spannung des Dunstes.	Grade des Haarhygrometers.	Spannung des Dunstes.	Grade des Haarhygrometers.	Spannung des Dunstes.
0	0,00	20	9,45	40	20,78
1	0,45	21	9,97	41	21,45
2	0,90	22	10,49	42	22,12
3	1,35	23	11,01	43	22,79
4	1,80	24	11,53	44	23,46
5	2,25	25	12,05	45	24,13
6	2,71	26	12,59	46	24,86
7	3,18	27	13,14	47	25,59
8	3,64	28	13,69	48	26,32
9	4,10	29	14,23	49	27,06
10	4,57	30	14,78	50	27,79
11	5,05	31	15,36	51	28,58
12	5,52	32	15,94	52	29,38
13	6,00	33	16,52	53	30,17
14	6,48	34	17,10	54	30,97
15	6,96	35	17,68	55	31,76
16	7,46	36	18,30	56	32,66
17	7,95	37	18,92	57	33,57
18	8,45	38	19,54	58	34,47
19	8,95	39	20,16	59	35,37

Grade des Haarhygrometers.	Spannung des Dunstes.	Grade des Haarhygrometers.	Spannung des Dunstes.	Grade des Haarhygrometers.	Spannung des Dunstes.
60	36,28	74	52,45	88	75,29
61	37,31	75	53,76	89	77,19
62	38,34	76	55,25	90	79,09
63	39,36	77	56,74	91	81,09
64	40,39	78	58,24	92	83,08
65	41,42	79	59,73	93	85,08
66	42,58	80	61,22	94	87,07
67	43,73	81	62,89	95	89,06
68	44,89	82	64,57	96	91,25
69	46,04	83	66,24	97	93,44
70	47,19	84	67,92	98	95,63
71	48,51	85	69,59	99	97,81
72	49,82	86	71,49	100	100,00
73	51,14	87	73,39		

August hat gezeigt, dass Leslie's Vorschlag, zwei gleich gehende Thermometer anzuwenden, von denen die Kugel des einen mit nasser Leinwand überzogen ist, sehr sichere Resultate gibt. Nach wiederholten Untersuchungen von August, Bohnenberger u. a. zeigt das Thermometer, dessen Kugel feucht erhalten wird, gerade den halben Unterschied zwischen der Temperatur, welchen die Luft hat, und der, wobei sie im Maximum von Feuchtigkeit mit dem in ihr enthaltenen Wassergas wäre, an. August nennt dieses Hygrometer *Psychrometer*.

Die Anzahl der vorgeschlagenen und versuchten Hygrometer ist sehr gross; eine nähere Beschreibung von einzelnen ist daher hier um so überflüssiger, da man sie in den physikalischen Lehrbüchern findet.

Imprägniren, *Aëriren*, *Anschwängern*, — heisst: ein Gas in einer Flüssigkeit auflösen, oder diese damit sättigen. Das Theoretische davon ist schon im Th. I. p. 428 erörtert, und ein technisches Verfahren, Wasser mit Kohlensäure zu imprägniren, schon Th. II. p. 96 beschrieben worden. Zur Bereitung der künstlichen, kohlensäurehaltigen Mineralwasser im Grossen hat man ausserdem grosse complicirte Apparate, die

ich, als rein technische Gegenstände, hier übergehe. Nur noch eines Apparats will ich hier erwähnen, dessen man sich mit Bequemlichkeit zur Sättigung von Alkali mit Kohlensäure, d. h. zur Bereitung von zweifach-kohlensaurem Alkali (Bicarbonat) bedienen kann. Dieser von Gädda erfundene Apparat, Taf. III. Fig. 16, besteht aus einem Cylinder von verzinntem Eisenblech, *A*, der mit einem Boden und einem abnehmbaren Deckel *C* versehen ist. Nahe am Boden befindet sich eine kurze Röhre *B*, durch welche ein Kork geht. Auch der Deckel ist mit einer solchen Oeffnung versehen, und um diese wird eine ausgedrückte Blase *D* festgebunden. Zur Aufnahme des Alkali's dienen Teller oder Siebe, die aus Eisenringen bestehen, über welche Leinwand ausgespannt ist, und die über einander auf ein Gestelle gesetzt werden, welches man in den Cylinder stellt, dessen Deckel alsdann aufgesetzt und mit Mehlkleister luftdicht verklebt wird. Durch den Kork in *B* wird von einer Gasentwickelungsflasche eine Röhre eingesetzt und dadurch Kohlensäuregas eingeleitet, bis die Blase ausgespannt ist. Sobald diese, durch die vom Salze erfolgende Aufsaugung des Gases, wieder zusammen gefallen ist, wird von Neuem Kohlensäure zugelassen, und damit so lange fortgefahren, bis das Salz kein Gas mehr aufsaugt. Das gesättigte Salz wird alsdann herausgenommen und dadurch gereinigt, dass man es bis zur völligen Sättigung in + 45° warmem Wasser auflöst, die Auflösung filtrirt und zum Krystallisiren hinstellt. — Im Grossen stellt man übrigens diese Bicarbonate vortheilhafter dar, wenn man Gelegenheit hat, hierzu die Kohlensäure zu benutzen, die sich bei kohlensäurehaltigen Mineralquellen in den Branntweinbrennereien bei der Gährung aus den Gährbottichen entwickelt.

Infundiren, — ein pharmaceutischer Ausdruck, heisst: kochendheisses Wasser auf eine Pflanzensubstanz giessen und von dem warmen Wasser so viel, als es vermag, auflösen lassen. Diese Lösung nennt man *Infusion*, *Aufguss*; die Bereitung des gewöhnlichen Thee's gibt dafür ein bekanntes Beispiel.

Inspissiren, — pharmaceutischer Ausdruck, bedeutet eine Flüssigkeit bis zu einer gewissen Consistenz abdampfen.

Kausticiren, — einem Alkali oder einer alkalischen Erde die Säure entziehen, womit es zu einem (am gewöhnlichsten

lichsten zu einem kohlensauren) Salz verbunden ist, und es in ungebundener Gestalt darstellen, in welchem Zustand dasselbe, wegen seiner zerstörenden Wirkung auf Thierstoffe, kaustisches Alkali (oder kaustische Erde) genannt wird.

Kitt, Verkitten. — Wenn eine Retorte mit einer Vorlage so verbunden werden soll, dass Nichts durch die Fuge verloren geht, so wird diese gewöhnlich mit einem Kitt überstrichen, den man auch *Lutum*, und das Verfahren *Lutiren* zu nennen pflegt. Ist der Retortenhals zu schmal, um in die Oeffnung des Kolbens gerade zu passen, so umwindet man ihn mit Werg oder Papier, welches man etwas anfeuchtet und sehr dicht anlegt. Die zu Vorlagen dienenden Kolben müssen an ihrer Mündung etwas ausgeweitet und die scharfe Kante des Glases mit einer Feile abgerundet sein. Die am Halse nach Innen sich erweiternden Kolben sind sehr schwer so anzulutiren, dass die Vereinigung dicht hält. Die Art des Kitts, womit die Fuge verklebt wird, richtet sich nach der Natur des Destillats. Bei der Destillation von Wasser, Essig oder Spiritus braucht man bei Glasgefässen die Stelle der Zusammenfügung nur mit einer feuchten Blase zu umbinden, und bei kupfernen Gefässen nur mit Mehlkleister zu verkleben. Die Kitt-Arten, unter denen man für die verschiedenen Fälle zu wählen hat, sind folgende:

a) Von Leinsaamenmehl. Man vermischt das Mehl mit Wasser zu einem dicken Teig, den man gut durcharbeitet, damit er gleichförmig und zusammenhängend werde, und streicht ihn dann einigermasen dick auf. Dieses Lutum macht sogleich dicht, erhärtet bald, und widersteht Säuren, Ammoniak u. a., verträgt aber natürlicherweise keine so starke Hitze, wobei es sich verkohlt. Es wird noch fester, wenn man, statt reinen Wassers, Milch, Kalkwasser oder schwaches Leimwasser nimmt.

b) Von dickem Gummiwasser, Thon und Eisenfeilspähnen, mit einander zu einer Masse verarbeitet. Wird besonders in solchen Fällen angewendet, wo die Lutirung sehr lange sitzen soll. Sie wird so hart und fest, dass sie kaum wieder abzunehmen ist.

c) Creutzburg empfiehlt folgenden einfachen Kitt: Man weiche einen Bogen graues Löschpapier in Wasser auf, zerrühre es und knete es alsdann mit einer Handvoll

Roggenmehl und darauf mit einer Handvoll Töpferthon bis zur gehörigen Consistenz zusammen. Dieser Kitt springt nicht beim Trocknen und hält vortrefflich dicht.

d) Starkes Leimwasser und frisch gelöschter zerfallener Kalk werden zu einer steifen Masse zusammengearbeitet. Auch schreibt man hierzu Eiweiss vor, welches aber theurer ist, ohne besser zu sein. Ein Gemenge von starkem Leimwasser, Eiweiss und frisch gelöschtem Kalk bildet den sogenannten *Lut d'ane*, der so zusammenhängend ist, dass man damit zerbrochene Porcellan- und Steingefässe zusammenkitten kann.

e) Magerer Käse, zuvor mit Wasser ausgekocht, wird mit Wasser und frisch gelöschtem Kalk gerieben, bis das Ganze eine dicke, zähe Paste bildet; hält ebenfalls sehr dicht und erhärtet bald.

f) Gebrannter Gyps, mit Milch, Leimwasser oder Stärkewasser angemacht, ist in gewissen Fällen ein vortreffliches Lutum.

g) Leinöl-Lutum, welches man aus Leinöl, worin im Kochen geschmolzenes Caoutschouc aufgelöst ist, und Pfeifenthon macht, indem man beide zusammen stösst, bis die Masse gleichförmig, zusammenhängend und zwischen den Fingern formbar wird, ohne zu kleben. Es erfordert viel Arbeit, wenn es recht gut werden soll; indessen kann man sich grosse Mengen auf einmal machen lassen und es in einem bedeckten Gefässe im Keller aufbewahren; auch erhärtet es nicht, wenn es hinreichend geschmolzenes Caoutschouc enthält. Findet man einen Theil davon zu hart, so lässt er sich durch abermaliges Stossen, besonders durch Zusatz von etwas Terpenthinöl, weich erhalten. Dieser Kitt eignet sich vorzüglich gut für die Destillation von Säuren. Er hält vollkommen dicht, ohne zu erhärten. Man kann die Lutirung damit während der Destillation wegnehmen und auflegen, und damit eingekittete Glasröhren erhöhen und drehen, ohne dass die Verkittung undicht wird, und wenn es geschieht, so ist ihm durch Aufdrücken mit dem Finger sogleich abgeholfen. Will man sehr sparsam sein, so kann man denselben Kitt mehrere Male von Neuem brauchen, wenn man die von der Säure etwa angegriffenen Theile wegnimmt und das Uebrige wieder umarbeitet.

h) *Caoutschouc*, in einem Giesslöffel geschmolzen, ist oft mit Vortheil zum Dichtmachen undichter Verbindungen anwendbar, wo anderer Kitt durch Hitze oder saure Dämpfe zerstört wird. Es verträgt ohne Nachtheil die Temperatur, wobei Schwefelsäure kocht.

i) *Kitt zum Verkleben über einander gesetzter Tiegel* wird am besten aus gebranntem und ungebranntem feuerfesten Thon gemacht, die man zusammenarbeitet, wie schon beim Beschlagen der Tiegel erwähnt wurde. Mit diesem Kitt wird die Fuge bedeckt und wohl verstrichen; man lässt ihn trocknen, ehe der Tiegel in's Feuer gesetzt wird. Soll der Kitt halb verglasen, so mengt man etwas Sand hinzu, oder nimmt einen weniger feuerfesten Thon. Sollen Tiegel, sowohl während des Versuchs als auch beim Erkalten, so dicht halten, dass keine Luft durch ihre Poren dringen kann, so überstreicht man sie mit einem Kitt aus feinem Ziegelmehl, feuerfestem Thon und $^1/_{10}$ vom Gewicht dieser letzteren Borax, angemacht mit Wasser; diese Masse bildet in der Glühhitze ein schwer schmelzbares, die Poren des Tiegels verschliessendes Glas. Durch ein Gemenge von Thon und Mennige erlangt man dasselbe.

k) *Kitt zur Befestigung von Messingfassungen auf Glasglocken u. dgl.* Am besten würde man sich wohl hierzu des gewöhnlichen, guten Lacks bedienen können; allein derselbe hat den grossen Uebelstand, sich beim Erkalten stark zusammen zu ziehen, dadurch zu springen und die Verkittung undicht zu machen. Man kann ihn daher nicht brauchen, wenn nicht die Fassung sehr genau passt, so dass die Lackschicht nur äusserst dünn wird. Den zu diesem Endzweck am besten sich eignenden Kitt erhält man durch Zusammenschmelzen von 4 Th. Harz und 1 Th. Wachs, die man alsdann innig mit 1 Th. geschlämmtem Ziegelmehl vermischt. Dieser Kitt, der auch zur Befestigung anderer Gegenstände dient, wird heiss aufgesetzt, und hält sehr dicht. Einen ähnlichen, weniger festen Kitt erhält man durch Zusammenschmelzen von Wachs mit $^1/_8$ seines Gewichts venetianischen Terpenthins, welche Masse in Stangen geformt wird. Bei Aufsetzung auf eine undichte Fuge wird sie mittelst eines warmen Eisens ausgebreitet.

l) Kitt zur Befestigung von Glas auf Glas oder Stahl auf Glas. Fünf oder sechs erbsengrosse Stücke Mastix werden in der möglichst geringsten Menge Alkohols aufgelöst, und diese Auflösung mit 2 Unzen einer starken Hausenblase-Lösung (erweichte Hausenblase bis zur Sättigung in kochendem 6gradigen Branntwein oder Rum aufgelöst) vermischt, in die man zuvor zwei oder drei kleine Stücke Gummi Galbanum oder Ammoniacum durch Reiben incorporirt hat. Das Gemische wird in einer gut verkorkten Flasche aufbewahrt und beim Gebrauche gelinde erwärmt.

m) Kitt für eiserne Gefässe und Dampfkessel. Drehspähne von Gusseisen werden gestossen und durch ein grobes Sieb gesiebt; ferner hat man ein Gemenge von 2 Th. gepulvertem Salmiak und 1 Th. Schwefelblumen. Soll gekittet werden, so mischt man 20 Th. Eisenspähne mit 1 Th. von dem letzteren Gemenge mit Wasser zu einem Brei, den man sogleich aufträgt. Nach einigen Augenblicken erhitzt er sich unter Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas und erhärtet.

Kohlenscheere. — Zu Schmelzversuchen vor dem Gebläse oder in Windöfen, wo eine sehr hohe Temperatur erhalten werden soll, ist es nothwendig, die Kohlen in kleine feste Stücke von der Grösse einer Wallnuss zu zerschlagen, weil sehr ungleich grosse Kohlenstücke niemals gleichförmig niedersinken, sondern grosse Zwischenräume lassen und nachher auf einmal zusammen niederfallen. Man kann zwar die Kohlen gegen Holz mittelst eines Hackmessers zerkleinern, allein dadurch wird die untere Seite zerrieben und es entsteht viel Gestiebe und Staub. Dies zu vermeiden, wendet man eine Kohlenscheere an, wie Fig. 17 Taf. III. *acdb* ist ein hölzerner Kasten zur Aufnahme der zerkleinerten Kohlen. Der eine Arm der Scheere *eif* ist an der einen Seite desselben festgeschraubt. Der andere *gh* ist zum Schneiden beweglich. Bei *i* ist ein horizontal vorstehendes Eisen, welches verhindert, dass nicht *gh* beim Schneiden zu tief herabgedrückt werde.

Kolben — nennt man chemische Glasgefässe von der Form wie *A, B, C* und *D* in Fig. 18. Taf. III. Kolben werden sowohl als Vorlagen bei Destillationen, als vorzüglich

auch bei allen Versuchen gebraucht, wobei das Kochen von Flüssigkeiten erforderlich ist. Von der Glashütte erhält man sie gewöhnlich mit langem Hals, in welcher Form sie sich am besten zu Vorlagen eignen. Zum Kochen dagegen ist der lange Hals in der Regel unzweckmässig, weshalb man ihn in kleiner Entfernung von der Kugel absprengt (s. *Glassprengen*), wie in *C.* Häufig ist der Bauch der Kolben kugelförmig, wie in *B*, so dass er sich nicht allmählig in den Hals fortsetzt, sondern damit einen Absatz bildet. Für Kolben, die zu Auflösungen dienen sollen, ist dies eine sehr schlechte Form, weil, wenn man die Masse herausnehmen will, ein Theil des Ungelösten auf dem Absatz liegen bleibt und nur schwierig herauszubringen ist, was besonders bei Analysen zu vermeiden ist. Die Kolben dürfen daher nicht diese, sondern müssen die Form von *A* und *C* haben. Die beste Form für Kolben, die zu Auflösungen bei analytischen Versuchen gebraucht werden sollen, ist die wie *D.* Sie müssen von sehr dünnem und gleichförmigem Glas, und der Hals kurz abgesprengt sein. Wenn sie auf die Sandcapelle gestellt werden, bedeckt man sie mit einem passenden Uhrglase, und wenn sie im Bauche etwas weiter sind, als in der Oeffnung, so pflegen sie recht gut zu stehen, selbst wenn ein stossendes Kochen in ihnen entstehen sollte. Bei Auflösungen kann das ungelöst Gebliebene mit der grössten Leichtigkeit herausgespült und auf das Filtrum gebracht werden. — Statt der Kolben gebraucht man oft mit grossem Vortheil Oelflaschen oder die gewöhnlich sogenannten florentiner Flaschen.

Kork, — siehe *Pfropf.*

Kühlapparat, — siehe *Destilliren.*

Lackmuspapier, — siehe *Reactionspapier.*

Lampen, chemische. — Es ist höchst bequem und vortheilhaft, Abdampfungen, Kochungen, Glühungen etc. auf dem Tische in seinem Zimmer vornehmen zu können. Es geschieht dies über Lampenfeuer, indem der Kolben, der Tiegel oder die Abdampfschaale von einem eignen Gestelle getragen wird, wodurch zugleich der Abstand vom Feuer beliebig verändert werden kann. Man gebraucht Oellampen und Spirituslampen; über beide Arten werde ich hier Einiges anführen.

1. *Oellampen*; ihre so verschiedenen Formen können für den chemischen Behuf, wo nur ihre Wärme benutzt werden soll, gleichgültig sein. Man wendet sie nur in den Fällen an, wo eine schwache, lang anhaltende Erhitzung bezweckt wird. Man nimmt hierzu einfache Lampen, ohne Glas und Zugröhre. Zwar hat man dazu die sogenannten Argand'schen empfohlen, ich habe sie indessen niemals recht anwendbar finden können, denn zu Abdampfungen und Digestionen geben sie gewöhnlich zu starke, und zum Glühen durchaus zu schwache Hitze. In solchen Lampen kann man nicht wohl ein anderes Oel als Baumöl oder raffinirtes Rüböl brennen. Sobald die Flamme das darüberstehende Gefäss berust, gibt sie wenig oder keine Hitze. Es ist daher der Docht gerade nur so weit herauszuziehen, dass die Flamme ohne Rauch brennt; und hat man ein gutes Oel, so kann die Lampe mehrere Stunden lang brennen, ohne des Schürens zu bedürfen. Oellampen werden ausserdem zu den Löthrohrversuchen angewendet *(s. Löthrohr)*. Eine zu Abdampfungen und zum Kochen anwendbare Lampe, an einem Stativ befestigt und stellbar, sieht man Taf. I. Fig. 6. Um das Ueberfliessen des Oels zu verhindern, wird das Ende des Dochtrohrs mit einer kleinen Rinne von Blech versehen, aus welcher das Oel durch Löcher am Boden wieder in den Docht zurückfliessen kann. Fig. 6 *B* zeigt den Durchschnitt eines solchen mit Rinne versehenen Rohrs. — Diejenige Form von Oellampen, die ich für ein Laboratorium am bequemsten gefunden habe, sieht man in Fig. 19. *A.* Taf. III., und wiewohl sie öfters im Handel vorkommen, will ich doch einige Worte darüber sagen. Sie sind platt und niedrig und brennen deshalb bis zu Ende, ohne dass die Hitze, in Folge des erschwerten Aufsaugens des Oels, abnimmt. Der Docht *ab* ist platt und breit, und dadurch leuchtet die Lampe gut. Er sitzt in einer Hülse, die in einer runden Blechscheibe befestigt ist, welche genau in die niedrige und im oberen Theil der Lampe in der Mitte festgelöthete und inwendig mit Schraubengängen versehene Hülse *cd* fällt. Vermittelst eines oben ausgeschweiften und mit einem gezähnten Rand versehenen Ringes *ef*, der als Schraube in die Schraubengänge von *cd* passt, wird der Docht festgehalten. Wenn man Abends bei Licht arbeitet, so ist es nicht wohl möglich,

das Zimmer so erleuchtet zu haben, dass man nicht dabei im Schatten befindliche Stellen, wie z. B. beim Aufgiessen auf ein Filtrum, mit einem kleineren Licht erleuchten müsste. Hierzu eignen sich nun diese Lampen ganz vortrefflich. Man kann sie, um die Flamme der zu beleuchtenden Stelle zu nähern, wenden wie man will, ohne Oel zu vergiessen, das nicht einmal ausfliesst, wenn man sie auf den Boden fallen lässt. Hat man an dem Fig. 6 Taf. I. dargestellten Stativ, statt der darauf gesetzten Lampe, einen Arm, der sich mit einem flachen Teller endigt, auf den man die in Rede stehende Lampe setzt, so ersetzt sie ganz vollständig die Stelle der unbequemeren, festsitzenden Lampe. — Beim Gebrauch von Oellampen wird die Flamme häufig durch Luftzug stät und gleichförmig zu brennen verhindert. Dem hilft man durch Aufsetzung eines kleinen, gläsernen Schornsteins ab. Zu diesem Endzweck dient der Ring *B.* Fig. 19, welcher rund herum mit Löchern versehen, oben mit einem aufgelötheten Blech bedeckt, und in der Mitte mit einer Oeffnung *gh* versehen ist, die etwas grösser ist, als der Umkreis des Ringes *ef*, und unten drei angelöthete Stifte hat, wodurch er auf der Lampe festgehalten wird. Wenn dieser Ring auf der Lampe sitzt, geht die Luft durch die Löcher in seinem Umkreis, und dringt zu dem Docht zwischen *gh* und *ef* ein; auf denselben stellt man nun einen oben und unten offenen Glascylinder, wie man sie von abgesprengten Kolbenhälsen, kleinen im Boden gesprungenen und alsdann abgesprengten Gläsern u. dgl. im Laboratorium im Ueberfluss zu haben pflegt, und die man von der Höhe und Weite, wie sie der Versuch erfordert, auswählt.

2. *Spirituslampen;* diese können, in Betreff der Anwendung zum Erhitzen, alle übrigen ersetzen. Fig. 20 zeigt eine solche einfache Lampe von Glas, versehen mit einem aufgeschliffenen gläsernen Deckel, dessen Aufsetzung, während die Lampe nicht gebraucht wird, die Verdunstung des Spiritus verhindert. Ohne diese Vorsicht dunstet der Spiritus vom Docht ab und lässt ihn von Wasser feucht, so dass ein solcher unbedeckt gewesener Docht nicht unmittelbar wieder anzuzünden ist. Der Docht sitzt in einer Röhre, die mit einer feinen Hülse über dem obersten eingeschliffenen Rand des Lampenhalses befestigt ist. Die Hülse und die

Röhre werden beide am besten von feinem Silber gemacht, aus den bei dem Art. *Tiegel* anzuführenden Gründen. Inzwischen kann man sie auch von Zinn oder verzinntem Eisenblech machen. Wenn die Metallhülse nicht über den Hals der Lampe übergreift, sondern inwendig befestigt wird, so kann es leicht geschehen, dass das Glas, da die Hülse dicht und fest aufsitzen muss, springt, indem das Metall von der Hitze ausgedehnt wird. — Zuweilen bekommt man Flaschen mit über den Pfropfen aufgeschliffenem Deckel; diese kann man leicht in Spirituslampen verwandeln, indem man den Pfropf wegnimmt und statt dessen eine Hülse für einen Docht einsetzt. Diese Benutzung solcher Flaschen ist um so rathsamer, da sie zu keinem anderen Behuf brauchbar sind; denn man kann nicht ohne Verlust aus ihnen giessen (s. *Flasche*). — Der zum Gebrauch dieser Lampen dienende Spiritus darf nicht unter 0,865 und nicht über 0,84 sein; im ersteren Falle gibt er nicht Hitze genug, und im letzteren rust er leicht etwas, was den Platintiegeln schadet und andere Gefässe fleckig macht.

Das Gefäss, welches der Hitze einer Lampe ausgesetzt werden soll, muss von einem eigenen Gestelle getragen werden. Eines der Art sieht man in Fig. 6 Taf. I. Statt dass hier die Lampe am Gestelle befestigt ist, muss man auch eines mit zwei Armen haben, wovon der eine, wie schon vorher bemerkt wurde, die Lampe, und der andere das zu erhitzende Gefäss trägt. Dieser endigt sich, wie Figur zeigt, mit einem grossen Ring, in den der Kolben oder Tiegel eingesetzt wird; hat man kleinere Gefässe darauf zu erhitzen, so macht man sich lose Triangel von dickem Stahldrath und von verschiedener Grösse, wie Fig. 21 Taf. III., die man auf den Ring legt, und worauf alsdann die kleineren Gefässe gesetzt werden.

Das Instrument, welches nun von allen in einem Laboratorium am unentbehrlichsten geworden, ist eine Spirituslampe mit zirkelförmigem Dochte, Schornstein und einem Mechanismus zur Erhöhung und Erniedrigung des Dochtes. Die Bequemlichkeiten und Vortheile, welche eine solche Lampe dem practischen Chemiker darbietet, sind ganz unschätzbar. Sie ist schon längst in Frankreich zum Kaffee-

kochen gebraucht worden; durch einen glücklichen Zufall bekam ich daselbst eine solche Koch-Einrichtung zu sehen, und ich liess dann sogleich die Lampe zu einem Gestelle, wie es zu chemischen Endzwecken am dienlichsten war, einrichten und so übertraf sie alle meine Erwartungen. Fig. 24 zeigt dieselbe von oben, Fig. 25 und 22 von verschiedenen Seiten. Sie kann von verzinntem Eisenblech, oder auch von Messingblech gemacht werden, und ist eigentlich ganz ähnlich einer Quinquet-Lampe mit zirkelförmigem Reservoir. *abcd* ist der ringförmige Behälter. Bei *a* ist eine Oeffnung zum Einfüllen des Spiritus. Bei *c* ist dieser Behälter durch einen parallelepipedischen Raum *cu* unterbrochen, welcher den Mechanismus zur Erhöhung des Dochtes enthält, Fig. 25 *ef* und Fig. 26, und mit dem cylindrischen Raum für den Docht *u* in Gemeinschaft steht. Mit dem Behälter *bad* hat dieser parallelepipedische Raum keine andere Gemeinschaft, als durch die Röhre *hg*, Fig. 25, welche den Spiritus aus dem Behälter zum Docht fliessen lässt. Bei *m* Fig. 24 ist eine kleine Hülse angelöthet, in welche der Schornstein *lm*, Fig. 25 und 22, eingesetzt wird. Die Art, wie der Docht befestigt und vermittelst eines gezahnten Rades, Fig. 25 *e*, und einer gezahnten Stange erhöht und gesenkt wird, ist so ganz dieselbe, wie man es bei anderen Lampen hat, dass die Ansicht der Figur zur Erklärung schon hinreichen wird. Der einzige Unterschied besteht darin, dass, zur Verminderung des Einflusses der beim Brennen statt findenden grossen Hitze, das Rad *e* viel weiter zur Seite gerückt sein muss, als es bei Oellampen gewöhnlich der Fall ist. Aus diesem Grunde muss auch der Docht und der Ring, der ersteren mittelst kleiner Federn festhält, völlig freien Raum in dem cylindrischen Kanal haben, weil, wenn sie an einer Stelle festsitzen, die Schraube sie nicht mehr heraufzuziehen vermag, aus dem Grunde, weil sich die ganze Leitung schief stellt.

Die Art, wie die Lampe bei Versuchen aufgestellt ist, sieht man aus Fig. 22. *uv* ist ein viereckiges Brettchen, in welches ein dünner, aber doch hinreichend starker, runder, messingener Staab *pq* vermittelst einer Schraubenmutter befestigt ist, die auf der unteren Seite des Brettchens, in einer eignen Vertiefung, auf das untere Ende des Messingstabes

aufgeschraubt wird. *ki* ist ein vierseitiger Arm, der durch die vierseitigen Hülsen *tt* geht, durch welche die Lampe beliebig nach *k* hin genähert, oder davon entfernt werden kann. *axt* ist eine gebogene Glasröhre, die mit dem einen Schenkel durch einen Kork in *a* bis auf den Boden des Behälters *bd*, mit dem anderen Schenkel bis *x* etwas tiefer, als der Boden des Behälters, geht, und mit dem dritten, aufwärts gehenden Schenkel *xt* sich in einen darauf ausgeblasenen kleinen Trichter endigt. Durch diese Röhre wird der Alkohol eingegossen, dessen Stand im Schenkel *xt* seine Höhe in der Lampe anzeigt, und also zu erkennen gibt, wann von Neuem aufgegossen werden muss. Unter der Lampe ist auf dem Brettchen *uv* ein Einschnitt zur Aufnahme eines kleinen, runden Porzellannapfs *no*. Mit dieser Einrichtung soll Reinlichkeit bezweckt werden; denn es lässt sich das Verschütten, Uebergiessen, Ueberkochen u. dgl. von Spiritus nicht stets mit völliger Sicherheit vermeiden, und es wird dadurch das darunter befindliche Brettchen so verdorben, dass man es niemals rein halten kann, während auf der anderen Seite kein Anstrich oder Firniss den Reagentien widersteht, denen es möglicherweise ausgesetzt wird. Der Napf dagegen, der dergleichen aufnimmt, ist leicht heraus zu nehmen und zu reinigen, und zuweilen ist man froh, das Verschüttete ohne gar zu grossen Verlust oder Verunreinigung wieder aufsammeln zu können. — Ueber der Lampe sitzt der Arm *rys*, wovon der Theil *ry* vorne der Länge nach eingeschnitten ist, und in diesem Einschnitt vermittelst einer kleinen Schraube den aus einem dicken Stahldrath gebogenen und mit abgeplatteten Enden versehenen Ring *ys* hält, wie Fig. 23 zeigt. Dieser ganze Arm kann auch mit dem Ring aus einem Stück gemacht werden, was aber weniger zu empfehlen ist, da durch diesen Arm, weil er alsdann dicker sein muss, bei Glühversuchen auf der Lampe viel mehr Wärme an das Stativ abgeleitet, die Wirkung der Lampe also vermindert wird. Zuweilen bringt man über diesem Arm noch einen zweiten mit kleinerem Ring an, zum Festhalten von Kolben bei Kochungen.

Mit dieser Lampe, wenn die relativen Maasse ihrer Theile, so wie in der Abbildung, richtig beobachtet sind, lassen sich alle Temperaturgrade erhalten, zwischen dem,

wodurch eine Flüssigkeit, ohne zu kochen, nur in gelinder Digestion gehalten wird, und wobei der Docht so tief heruntergeschraubt ist, dass die Flamme nur einen schmalen blauen Ring bildet, bis zu dem, wobei ein kleiner Silbertiegel schmilzt. Die Anwendung dieser Lampe macht es fast ganz entbehrlich, bei Untersuchungen mittelgrosse Platintiegel in Kohlenfeuer bringen zu müssen. Ueber derselben zersetzt man z. B. Mineralien durch Glühen mit kohlensaurem Alkali, und ihre Hitze reicht zur Ausführung mancher ähnlicher Operationen hin, zu denen früherhin Kohlenfeuer unentbehrlich war. Nur hat man zu bedenken, dass der Tiegel nicht grösser genommen werde, als es die Masse erfordert; denn ein grosser Tiegel wird weniger heiss als ein kleiner. — Hat man etwas in einem Tiegel bei Zutritt der Luft zu glühen, so hat man eine besondere kleine Maassregel zu beachten, weil der Tiegel von allen Seiten von einem aufsteigenden Strom von heisser, ihres Sauerstoffs beraubter Luft umgeben ist, und dadurch der Zutritt von kalter fast vollständig verhindert wird. Man legt nämlich den Tiegel noch etwas geneigter, als es Fig. 23 zeigt, auf den Triangel, und legt auf den untern Rand einen kleinen Streifen von dünnem Eisenblech, so dass er mit seinem einen, etwas umgebogenen Ende auf dem Rande des Tiegels, und mit dem anderen auf dem Ring ruht. Diese kleine Brücke unterbricht den heissen Luftstrom und lässt frische Luft über sich hinweg in den Tiegel fliessen; so dass, nachdem man z. B. ein Stück Papier in dem Tiegel hat verkohlen lassen, die Papierkohle sich sogleich entzündet, sobald man die kleine Brücke auflegt, gleich wie wenn in Feuer geblasen würde. — Wenn in einer Lampe, wie die eben beschriebene, der Spiritus direct aus dem Behälter in den Dochtraum fliesst, wo also die Röhre *hg*, Fig. 25, nicht nöthig ist, so führt dies den Uebelstand mit sich, dass der Raum im Behälter, wenn er nur noch wenig Alkohol enthält und die Lampe lange gebrannt hat, mit Alkoholdämpfen erfüllt ist, welche, wenn die Lampe nach dem Auslöschen kurz darauf wieder angezündet werden muss, bei diesem Anzünden eine, in mehrfacher Hinsicht unangenehme Explosion verursachen. Die Zufügung der Röhre *gh* und die Unterbrechung der unmittelbaren Gemeinschaft zwischen dem Dochtraum *uc* und

dem Behälter verhindert dies und ist eine wesentliche Verbesserung, die an diesen Lampen von Luhme in Berlin angebracht worden ist.

Eine Lampe, ganz wie die eben beschriebene, benutze ich für chemische Zwecke als Oellampe. Sie ist sehr gut, wenn man eine lange anhaltende Kochhitze zu unterhalten hat, z. B. für den Trockenapparat, wozu die Anwendung von Spiritus in der Lampe sehr theuer werden würde.

Davy's *Sicherheitslampe (Safety-Lamp).* In Bezug auf die im Th. I. pag. 290 gemachte Hinweisung auf diesen Artikel, werde ich hier noch einige Worte über diese, für die Menschheit eben so wohlthätige, als in Betreff der ihr zu Grunde liegenden, wissenschaftlichen Principien merkwürdige Erfindung anführen. — In Steinkohlengruben ereignet es sich häufig, dass bei neuen Anbrüchen eine Spalte geöffnet wird, aus der Luft mit Heftigkeit ausströmt und damit sehr lange fortfährt. Diese Luft ist brennbar und besteht hauptsächlich aus Kohlenwasserstoffgas im Minimum, CH^2. Gewöhnlich verräth es sich nicht durch den Geruch, und sammelt sich in kurzer Zeit in so grosser Menge an, dass sie sich durch die Lampen der Arbeiter entzündet, mit ausserordentlicher Heftigkeit explodirt, und dadurch die Arbeiter tödtet. Auf diese Weise kamen in den englischen Steinkohlengruben jährlich Hunderte von Menschen oft in einem Augenblicke um. Man versuchte diesem Uebel zu steuern, und bewirkte starke Luftzüge, allein ohne hinreichenden Erfolg; man versah die Arbeiter mit Licht mittelst einer Maschine, welche durch Reibung von Feuerstein oder Schwefelkies gegen Stahl leuchtende Funken hervorbrachte, die das Gas nicht anzündeten, u. dgl., allein stets wurden diese Vorsichtsmaassregeln von den Arbeitern wieder aufgegeben. Häufige und betrübte Unglücksfälle ereigneten sich besonders in den Jah-1813, 14 und 15; da richtete der berühmte Davy seine Aufmerksamkeit auf die Erfindung eines Schutzmittels gegen diese Unfälle. Er ging dabei von einer, von dem englischen Chemiker Tennant beobachteten Thatsache aus, dass sich nämlich Explosionen durch sehr feine Metallröhren nicht fortpflanzen. Davy fand dieselbe durch seine Versuche gegründet, zeigte aber zugleich, dass sie für weniger explosive Gasgemenge, so wie die in den Gruben befindlichen, in einem

Grade statt habe, wovon man früher keine Vorstellung hatte. Er erkannte, dass die Ursache dieser Erscheinung die Abkühlung sei, welche die explodirende Masse durch das mit ihr in Berührung stehende Metall erleidet, und dass dadurch die Explosion unterbrochen werde; dass, je weniger Wärme bei der Explosion entwickelt werde, und je höher die Temperatur sei, die zur Anzündung des Gases erfordert wird, um so weiter die Röhren sein können, durch welche die Explosion unterbrochen wird, und umgekehrt, so dass die Entzündung der explosiven Grubenluft durch Oeffnungen in Metall gehemmt werde, durch welche sich noch die Explosion von Sauerstoff- und Wasserstoffgas fortpflanzt; dass aber auch diese durch hinlänglich feine und lange Metallröhren unterbrochen werden könne, wie wir schon bei Newman's Gebläse, Art. *Gebläse*, gesehen haben. Indem er hierdurch auf die Anwendung eines Gewebes von Metalldrath, so wie man es zu Sieben und Papierformen gebraucht, geleitet wurde, fand er, dass wenn der Drath $^1/_{40}$ bis $^1/_{60}$ Zoll dick, und das Gewebe so fein ist, dass es auf einen Quadratzoll 400 Löcher oder Maschen enthält, die Explosion der Grubenluft nicht hindurchgeht. Er construirte nun eine Art Leuchte aus solchem Gewebe, innerhalb welchem eine Oellampe brennt. Die einströmende Luft sowohl, als die ausgehende müssen durch dieses Gewebe gehen, und ist die Luft entzündlich, so explodirt sie zwar innerhalb des Gewebes, pflanzt sich aber nicht nach Aussen fort. Ehe die Explosion eintritt, wird die Flamme grösser und breiter, aber auch matter, als vorher. Nach der Explosion ist die Lampe verlöscht, und die Leute müssen nun aus der Grube heraufgehen, um darin frischen Luftwechsel bewirken zu lassen. Bei dieser, mit so glücklichem Erfolg gekrönten Anwendung dieser Lampe in den Gruben, zeigte sich übrigens die ganz unerwartete Erscheinung, dass zuweilen das Metallgewebe der Lampe, nach geschehener Explosion, zu glühen und geichsam zu brennen anfing, ohne dass jedoch eine Verbrennung statt hatte, und ohne dass sich dadurch die Grubenluft entzündete. Nach erneuerten Untersuchungen fand nun Davy, dass wenn man in ein explosives Gasgemenge einen glühenden Metalldrath einführt, der nicht heiss genug ist, um dasselbe zu entzünden, er darin zu glühen fortfährt,

und zwar dadurch, dass sich auf seiner Oberfläche beständig Wasserstoffgas oxydirt und Wärme absetzt, die aber zur Entzündung der verdünnten Knallluft-Masse nicht hinreicht. Lässt man z. B. in einen Glaskolben einige Tropfen Aether fallen und erwärmt ihn mit der Hand, so dass sich das Aethergas mit der Luft vermischt, so explodirt diese alsdann, wenn man sie mit einer Lichtflamme anzündet. Führt man aber statt dessen einen spiralförmig gewundenen und glühend gemachten Platindrath von $^1/_{100}$ Zoll Durchmesser in den Kolben ein, so fährt dieser Drath so lange zu Glühen fort, als noch explosives Gasgemenge vorhanden ist, und dieses Glühen beruht dann auf der Verbrennung des Aethergases auf der Oberfläche des Drathes. — Mit Kupfer- und Silberdräthen gelingt der Versuch nicht, weil diese Metalle so wärmeleitend sind, dass nicht hinreichend Wärme in ihnen zurückbleibt. Davy benutzte diese Entdeckung zur ferneren Vervollkommnung seiner Lampe. Er entfernte das Gewebe so weit von dem Feuer, dass es nicht glühend werden konnte, setzte aber statt dessen einen spiralförmig gewundenen Platindrath über und um die Flamme. Wenn bei Explosionen die Lampe verlischt, so erhält sich der Platindrath, durch die langsame Verbrennung der explosiven Luft, glühend und verbreitet dabei hinreichendes Licht, um dem Arbeiter bei dem Verlassen der Grube den Weg zu zeigen.

Lampe, elektrische. — Dieses ingeniöse Instrument ist vom Dr. Ingenhouss erfunden worden, und hat später mehrere wichtige Verbesserungen erlitten. Es dient als Feuerzeug, und das Feuer wird damit auf die Weise hervorgebracht, dass ein, aus einer feinen Röhre ausströmender feiner Strahl von Wasserstoffgas durch einen elektrischen Funken entzündet wird.

Das Instrument, Taf. III. Fig. 27 abgebildet, ist gegenwärtig so allgemeim im Gebrauche, und findet sich, in den verschiedensten Formen, so allgemein im Handel, dass schon die blosse Anschauung der Figur hinreichen wird, auch die innere Construction kennen zu lernen. *A* ist der gläserne Behälter für das Wasserstoffgas. *B* ein zweiter zur Aufnahme des Wassers, welches das Gas herausdrückt. *GIH* ist die mit einem Hahn versehene messingene Röhre zum Ausströmen des Gases. Diesen Theil sieht man in Fig. 28

von oben, nebst der Leitung *caed* zum Ueberspringen des elektrischen Funkens, welcher an dem Drath *XTY* von dem in einem hölzernen Kasten befindlichen kleinen Elektrophor *MN*, beim Aufheben seines Deckels *OPQR*, heraufgeleitet wird. Beim Umdrehen des Hahns *I* springt er zwischen den Dräthen *c* und *d* in dem Moment über, wo zugleich aus der feinen Oeffnung *b* das Gas ausströmt, und entflammt dasselbe.

Die Lampe wird auf die Weise mit Wasserstoffgas gefüllt, dass man den, mit der Schraube *f* festgeschraubten Theil *caed*, Fig. 28, abnimmt, die vorderste Spitze der Röhre *GH*, Fig. 27 (nämlich *bg* in Fig. 28), abschraubt und dafür eine andere, abwärts gebogene, unten mit einem Kork versehene messingene Röhre anschraubt, die auf eine mit verdünnter Schwefelsäure und Zink gefüllte Flasche gepasst wird. Die Flasche *A* ist zuvor mit Wasser gefüllt worden; das sich entwickelnde Gas dringt, nach Oeffnung des Hahns, in die Flasche, und treibt das Wasser durch die bis nahe an den Boden reichende Glasröhre aus *A* nach *B* hinauf, aus welchem letzteren das überschüssige Wasser durch einen Heber abgenommen wird. Nachdem *A* mit Gas gefüllt ist, wird der Hahn geschlossen und die Theile wieder angesetzt.

An der kleinen Wasserstoffgasflamme zündet man beliebig Papier, ein Licht, namentlich einen Wachsstock, und am besten eine Spirituslampe an, welche beide letztere man auch vor der Gasmündung feststehend anbringen kann. Ist diese sehr fein, so hat man an dem eingefüllten Gase sehr lange, weil alsdann jedesmal nur wenig verbraucht wird. Die meinige brauche ich selten mehr als 2 mal jährlich mit Gas zu füllen. Wer es schwierig finden sollte, eine solche Lampe auf diese Weise mit Gas zu füllen, für den kann Gay-Lussac's Einrichtung und Verfahren bequem sein. Nach diesem wird die Lampe mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt und ein Cylinder von Zink hineingehängt. Das sich entwickelnde Wasserstoffgas ist frei von atmosphärischer Luft, und die Entwickelung fährt so lange fort, bis die Flüssigkeit von dem Gase so weit ausgetrieben ist, dass sie nicht mehr das Zink berühren kann. Man hat also auf diese Weise keine weitere Unbequemlichkeit mit dem Einfüllen

des Gases, das von selbst vor sich geht. Auch kann ein solcher Apparat als ein beständig gefüllter Wasserstoffgas-Behälter für Versuche mit diesem Gase dienen, zu welchem Behuf man alsdann nur eine Gasleitungsröhre anzupassen braucht. Inzwischen haben diese letzteren Lampen den Uebelstand, dass nach und nach Salz zwischen den Fugen- und Metall-Fassungen auszuwittern anfängt, wodurch sie verderben und undicht werden und öfterer Ausbesserungen bedürfen. — Eine Lampe, wie die zuerst beschriebene und abgebildete, dient mir schon seit 30 Jahren täglich in meinem Laboratorium zur Anzündung anderer Lampen, ohne dass sie während dieser ganzen Zeit ein einziges Mal einer Ausbesserung bedurft hätte.

Eine analoge Lampe, aber ohne Elektricität, hat neuerlich Döbereiner eingerichtet, die ebenfalls schon in allgemeinen Gebrauch gekommen ist. Das Wasserstoffgas wird durch Platinschwamm entzündet, welches der Mündung der Gasröhre gegenüber in einer kleinen Metallkapsel befestigt ist. Die beste Methode, das Platin zur Entzündung von Wasserstoffgas anzuwenden, ist folgende: In einer Entfernung von $^3/_4$ Zoll von der Oeffnung, aus welcher das Gas ausströmt, befestigt man einen Cylinder von Messing, der $1^1/_2$ Centimeter weit und 2 C. lang ist. Derselbe ist an einem Ende offen und an dem anderen mit einem Boden versehen, in dessen Centrum sich ein Loch von 0,5 Centimeter Durchmesser befindet. In der Mitte des Cylinders befindet sich ein Oehr. Die freie Oeffnung des Cylinders wird dem Wasserstoffgas-Hahn zugekehrt. In diesem Oehr befestigt man einen Pinsel von Asbest, der hinten mit einem feinen Platindrath zusammengebunden ist. Dieser Pinsel wird in eine concentrirte Lösung von Platinchlorid und, nachdem er wieder ausgetrocknet worden ist, in kaustisches Ammoniak getaucht, wieder getrocknet und nun in gelinder Hitze ausgeglüht. Man kann ihn auch in ein Gemisch von Platinsalmiak mit wenigem Chlornatrium und Wasser tauchen, so dass seine feinen Fäden mit Platinsalmiak überzogen werden. Er wird darauf getrocknet und bei einer gelinden Hitze ausgeglüht, wobei die kleine Spur von Chlornatrium zur Befestigung des Platinstaubes dient. Dieser Pinsel wird dann so in den Ring des Cylinders geschoben, dass der Büschel von feinen Fäden die Oeffnung

der

des Cylinders füllt, die Fäden aber alle in dieselbe kommen, um gegen Staub bedeckt zu sein. Der Asbest ist so wenig wärmeleitend, dass der kleinste Punkt, welcher zu glühen anfängt, sich sogleich hinreichend erhitzt, um das Gas anzuzünden. Diese Einrichtung ist ganz vortrefflich und ist ein sicheres Feuerzeug, wenn man sie täglich braucht; bleibt sie aber einmal längere Zeit ungebraucht, d. h. der Platinschwamm ungeglühlt, so verliert er sein Anzündungsvermögen, welches ihm jedoch durch gelindes Glühen in der Löthrohrflamme leicht wieder gegeben werden kann. Inzwischen ist es auch nicht selten der Fall, dass der Platinschwamm, selbst wenn man ihn Monate lang nicht gebraucht hat, sein Zündvermögen behält.

Litre, — die Einheit im französischen Cubikmaas, siehe *Maas.*

Löthrohr, — wird ein Instrument genannt, womit die Metallarbeiter kleinere Löthungen machen, und welches bei Untersuchungen unorganischer Stoffe gegenwärtig eines der unentbehrlichsten Instrumente im Laboratorium des Chemikers geworden ist.

Beschreibung des Löthrohrs. — Das Löthrohr der Metallarbeiter ist gewöhnlich von Messing, mit einer an dem einen Ende schmaler werdenden Röhre, sie ist ein Paar Zoll von dem schmalern Ende unter einem rechten Winkel gebogen, Taf. III. Fig. 29. Die Oeffnung an diesem Ende ist so fein, als wäre sie mit einer Nähnadel gemacht. Diese Oeffnung hält man gegen die Flamme einer Lampe, während man durch das grössere Ende bläst. Hierbei bläst man selten länger als eine Minute, daher hat der Arbeiter keinen Nachtheil von dem Wasser, das die ausgeathmete Luft in der Röhre absetzt; aber bei chemischen Löthrohrversuchen, wo man mit dem Blasen weit länger fortfahren muss, sammelt sich in der Röhre so viel Wasser, dass es Unbequemlichkeit verursachen kann. Um dies zu verhüten, brachte Cronstedt in der Mitte der Röhre, etwas näher dem gebogenen Ende, eine Kugel an, um die Feuchtigkeit aufzunehmen. Sein Löthrohr hat die Form von Fig. 30. Der gerade Theil konnte bei *a* von der Kugel abgeschraubt werden, bei *b* sass ein knöcherner Ring, der mit einem kleinen Loche versehen war, in welches eine Nadel oder ein feiner Eisendrath

eingesetzt werden konnte, durch welchen die Oeffnung des Löthrohrs gereinigt wurde, wenn es während des Versuches mit Rus verstopft war. Dieses Löthrohr hat indessen die Unbequemlichkeit, dass wenn man eine Zeit lang bläst und die Röhre einen Augenblick gerade hält, das Wasser aus der Kugel in die feinere Röhre rinnt, aus der es mit vieler Beschwerde fortgebracht werden muss, ehe das Blasen fortgesetzt werden kann.

Um diese Unbequemlichkeit zu verhindern, brachte Bergman am Ende des Löthrohres einen zirkelförmigen Raum an, von einem Zolle im Durchmesser und von der Breite eines ⅛ Zolls, aus dessen oberen Theil die Löthrohrspitze ausging, wie Fig. 31 zeigt. Dies besteht also aus drei einzelnen Theilen *a*, *b* und *c*, die mit Leichtigkeit zusammengefügt werden können. Diese Form entspricht sehr ihrem Zwecke, und hat zugleich den Vortheil, dass sie weniger Raum einnimmt und in einen platten, dünnen Kasten gelegt werden kann, in welchem man zu jener Zeit die Löthrohr-Instrumente verwahrte, um mit Leichtigkeit die ganze Sammlung von einer Stelle zur anderen transportiren zu können.

Gahn hat etwas in der Gestalt des Theiles verändert, der zur Auffangung des Wassers bestimmt ist, und hat ihm die Gestalt eines Cylinders gegeben von der Länge eines Zolles und von dem Durchmesser eines halben Zolles, wie Taf. IV. Fig. 1. *b* zeigt. Sein Löthrohr besteht im Uebrigen, wie das von Bergman, aus vier einzelnen Theilen, Fig. 1. *a*, *b*, *c* und *d*. Am Ende der schmalen Röhre *c* setzt man beim Blasen einen kleinen Kopf *d* auf, deren man mehrere mit Löchern von ungleicher Feinheit haben muss, um sie nach Erforderniss während des Blasens wechseln zu können. Der Vortheil, den Gahn's Löthrohr vor dem Bergman-schen hat, ist der, dass die cylindrische Form noch weniger Raum einnimmt, als der platte Behälter, und dass sie zulässt, dass die feinere Röhre *c* durch einen längeren konischen Zapfen in die dazu bestimmte Oeffnung *e* des cylindrischen Behältnisses eingezwängt werden kann, wodurch bei einem anhaltenden Gebrauch sie noch weiter geht, ohne lose zu werden, so dass sie beim Blasen nicht herausfällt, wie dies oft bei dem Bergman'schen geschieht. Ich glaube, dass man ohne alles Bedenken dem Gahn'schen Löthrohr

vor allen anderen Vertrauen schenken kann. Wenn das Löthrohr zum Glasblasen gebraucht werden soll, bediene ich mich einer in einem rechten Winkel gebogenen Röhre *f*, die in die Oeffnung *e* angesetzt wird, und die unter allen Graden gegen die grosse Röhre geneigt werden kann, wie es der Gebrauch erfordert. Fig. 2 zeigt Gahn's Löthrohr zusammengesetzt.

Voigt hat ein anderes Löthrohr vorgeschlagen, das auch sehr oft gebraucht wird und recht bequem ist. Es hat am Ende einen zirkelförmigen Raum von dem Durchmesser eines Zolls und der Tiefe eines 1/8 Zolles, von dessen Mittelpunkt eine feinere Röhre ausgeht, die nach allen Richtungen gedreht werden kann. Fig. 3 zeigt dieses Löthrohr. Die Unbequemlichkeiten, die aus dieser Form entspringen, sind, dass die Breite des Behälters das Instrument minder bequem macht, um es auf Reisen mit sich zu führen, und dass die bewegliche Röhre beim langen Gebrauche endlich lose wird, Luft durchlässt und ihre Stellung nicht behält. Diesem wäre leicht durch eine unter einem Winkel gebogene Röhre abzuhelfen, welche in eine konische Oeffnung in dem Mittelpunkte des Behälters eingeschmirgelt wird; indessen behält diese Röhre in allen Fällen eine minder bequeme Form des Wasserbehältnisses.

Da man bisweilen ungleich grosse Löcher in der Löthrohrspitze gebraucht, so hat Varley ein Löthrohr mit zwei Spitzen vorgeschlagen, die nach entgegengesetzten Seiten gewendet sind, so dass man bald die eine, bald die andere Seite nach der Flamme wenden kann. Diese Bequemlichkeit ist indessen von keiner Bedeutung gegen die Mühe, die man beim Blasen hat, indem das eine Loch der Spitze unnöthigerweise Luft durchlässt. Das Umtauschen des Knopfes auf der Löthrohrspitze geht übrigens schnell und ist selten nöthig.

Weil der Umstand, dass das Löthrohr, ohne etwas von seinen wesentlichen Eigenschaften zu verlieren, wenig Raum einnimmt und bequem mit sich geführt werden kann, von grossem Gewichte ist, vorzüglich für den, der sich der Mineralogie gewidmet hat, so haben mehrere Chemiker es versucht, diese Eigenschaft des Löthrohrs bis zum höchsten

Grade zu bringen. Unter diesen zeichnet sich besonders Tennant's und Wollaston's Löthrohr aus.

Tennant's Löthrohr besteht aus einer geraden, cylindrischen, oder doch höchst unbedeutend konischen Röhre, Fig. 4. *ab*, welche an dem einen Ende zu ist, aber einen halben Zoll davon eine Hülse hat, worin eine schmalere, in einem Winkel gebogene Röhre *d* eingeschmirgelt ist, so dass man sie, wohin man will, richten kann. Wenn das Löthrohr gebraucht werden soll, so macht die kleine Röhre einen rechten Winkel mit der grösseren, oder beim Glasblasen einen mehr oder weniger stumpfen, und wenn man es verwahren will, dreht man die kleine Röhre parallel mit der grossen, wie dies die Figur zeigt. Das Instrument vereinigt mit einem grossen Grade von Einfachheit alle Anwendbarkeit. Das Wasser, das sich durch das Athemholen sammelt, fliesst in das zugeschlossene Ende herunter, und kommt nicht in die kleinere Röhre. Bei einer Vergleichung zwischen Gahn's und Tennant's Löthrohr habe ich indessen zu finden geglaubt, dass die Muskeln der Wangen früher mit dem letzteren ermüden, weil es bei dem Blasen einen grösseren Widerstand leistet, als ein Löthrohr mit einem Luftbehälter. Ich möchte dies beinahe mit dem Stoss gegen eine härtere oder losere Feder vergleichen. Dieser Umstand ist nicht ohne Gewicht, vorzüglich bei mineralogischen Löthrohrversuchen, bei denen man sich viele Stunden mit dem Löthrohr beschäftigt.

Wollaston's Löthrohr nimmt noch weniger Raum ein, als das von Tennant. Es besteht aus drei einzelnen Theilen, Fig. 5 *a*, *b* und *c*, welche in einander gesetzt werden können, so dass sie so nur die halbe Länge und den Durchmesser eines gewöhnlichen Löthrohrs haben. Das schmälere Ende des Stückes *a* ist in das weitere Ende des Stückes *b* eingeschmirgelt, das am andern Ende geschlossen ist, aber nicht weit von dem Ende ein Loch hat. Das Stück *c* hat in dem weitern Ende einen platten Boden, ist konisch und endigt mit einer Spitze, die mit einem feinen Loche versehen ist. An zwei Seiten, näher dem weitern Ende, ist das Stück *c* durchbrochen, so dass das schmälere Ende von *b* quer durchgeführt werden kann, indessen nicht rechtwinklig, sondern so, dass das längere und schmälere Ende von *c* mit

b einen stumpfen Winkel macht. Der Zweck scheint der zu sein, dass, wenn das Loch bei *c* mit der Zeit sich erweitert, so dass die kleine Oeffnung bei *b* nicht mehr passt, um nach hinten gegen das platte Ende gewendet zu werden, wo die Wasserdünste sich am besten condensiren, sie doch passt, wenn das Loch bei *b* vorwärts gewendet wird. Wenn das Löthrohr gut gemacht ist, so füllt, wenn *b* in *a* eingesetzt wird, das schmale und zugeschlossene Stück von *b* das entsprechende von *a*; und wenn *c* eingesetzt wird, so schliesst die Oeffnung von *b*, so dass das Ganze gut gegen Staub verwahrt ist, und mit Leichtigkeit, wie ein Bleistift, in die Tasche gesteckt werden kann. Es hat die Gestalt und Grösse von *d*. Dieses Löthrohr ist gerade nicht geeignet, wenn man die Körper ausführlich durch das Löthrohr studiren will, weil es gewöhnlich nicht luftdicht gemacht werden kann, keinen Luftbehälter hat, und der stumpfe Winkel macht, dass der Feuerstrom den Körper, worauf man bläst, nur in einer solchen Richtung treffen wird, dass man die Probe nicht gehörig sehen kann. Indessen zu manchem Gebrauche, wo ein leichter Transport nöthig ist, kann es durch kein anderes ersetzt werden. Man trägt es in der Tasche, ohne dass es unbequem ist, und führt man zugleich ein Platinblech und ein Stückchen Borax mit sich, so kann man viel ausrichten, da man Licht und Kohle überall erhalten kann. Ich habe mich oft des Wollaston'schen Löthrohrs, z. B. bei Apothekenvisitationen, bedient, oder beim Besehen von Mineralienkabinetten, wo es mir manchmal geglückt ist, mit Hülfe dieses Löthrohrs, falschbenannten Fossilien einen richtigen Platz anzuweisen.

Die Länge des Löthrohrs, welche Form es auch haben mag, richtet sich nach den Augen, so dass der Körper, worauf man bläst, in dem Abstande gehalten wird, wo man ihn am besten sehen kann. Deshalb bedient sich ein Kurzsichtiger lieber eines kürzern, ein Weitsichtiger eines längern Rohres. Das Löthrohr, mit dem ich am besten sehe, hat 8¼ Zoll Länge und 7¾ Zoll von der Oeffnung des Mundstücks bis dahin, wo die Löthrohrspitze in den Luftbehälter eingesetzt wird.

Das Löthrohr muss entweder aus reinem, kupferfreiem Silber gemacht sein, oder aus verzinntem Eisenbleche mit

einer Spitze von Messing. Ist die ganze Röhre von Messing gemacht, so bekommt es, wenn man es einige Zeit gebraucht hat, einen unangenehmen Geruch und Geschmack nach Kupfer. Man hat dies dadurch zu verbessern gesucht, dass man ein knöchernes Mundstück vorgesetzt hat, aber dadurch vermeidet man nur den unangenehmen Geschmack, nicht den Geruch, und hat man schwitzende Hände, so bekommen die Finger, womit das Löthrohr gehalten wird, einen Kupfergeruch, wenn man ein Rohr braucht, das einige Zeit verwahrt gelegen, und nicht nach dem Gebrauche rein gescheuert ist, was oft sehr beschwerlich ist. Dies ist bei einer Röhre von Eisenblech nicht der Fall, und für den, der Silber zu theuer findet, hat die Eisenblechröhre noch den Vortheil, dass sie noch weniger als eine von Messing kostet. Man macht dann die Röhre und den cylindrischen Luftbehälter zusammenhängend, und um die Messingspitze legt man ein wenig Papier, wenn sie eingesteckt wird, wodurch die Fugen ausgefüllt werden.

Obgleich das Silber wärmeleitender, als jedes andere Metall ist, so ist es mir doch niemals begegnet, dass die Röhre bei länger fortgesetztem Blasen so warm geworden wäre, dass es mir Unbequemlichkeit verursacht hätte. Die kleinen Köpfchen, die auf die Löthrohrspitze gesetzt werden, sind eine wesentliche Verbesserung des Löthrohrs. Sie überziehen sich mit Rus; die Oeffnung wird dadurch verstopft oder verliert die Rundung; sie muss dann gereinigt und das Loch mit einer Nadel geöffnet werden, die man oft nicht zur Hand hat. Diese Reinigung ist sehr beschwerlich, aber unumgänglich nothwendig, weil die Köpfchen alles beschmutzen, worauf sie zu liegen kommen. Ich habe mir daher kleine Köpfchen von Platin machen lassen, die aus einem einzigen Stücke geschnitten sind; wenn sie zu unrein geworden sind, lege ich sie auf eine Löthrohrkohle und glühe sie mit Hülfe des Löthrohrs, worauf sie sogleich wieder rein werden, und das Loch ohne alle äussere Hülfe sich öffnet. Sind sie aus Silber, so halten sie dies nicht aus, denn wenn man sie so sehr erhitzt, dass sie anfangen zu schmelzen, so krystallisirt das glühende Silber beim Erkalten, und sie werden so spröde, als wären sie aus einem ungeschmeidigen Metalle gemacht. Um ein gutes Feuer hervorzubringen, ist es noth-

wendig, dass diese Köpfe nicht mit einem dünnen Bleche endigen, in welchem ein Loch gebohrt ist, weil das Geringste, das sich an's Loch setzt, sogleich die Flamme verdirbt, und weil das Loch durch häufige Reinigungen bald erweitert wird. Sie werden am besten, wenn sie inwendig bis ³/₄ ihrer Länge ausgebohrt werden und das Loch dann durch das übrige Viertel gebohrt wird.

Ein gläsernes Löthrohr zu gebrauchen, ist wohl reinlich und wenig kostbar, aber die Zerbrechlichkeit und Leichtschmelzbarkeit der Spitze sind doch so bedeutende Unbequemlichkeiten, dass man sich dessen nur im Nothfall bedient.

Das Brennmaterial. — Jede Flamme kann man zu Löthrohrversuchen benutzen, wenn sie nur nicht zu klein ist, sie mag übrigens die von einem Lichte oder die einer Lampe sein. Engeström und Bergman bedienten sich des gewöhnlichen Lichtes von Talg oder am liebsten von Wachs mit einem guten Dochte von Baumwolle, und Bergman schrieb vor, dass der Docht nach dem Putzen am Ende nach der Richtung sollte gebogen werden, wohin man die Flamme leiten wollte. Die gewöhnlichen Lichter haben den Nachtheil, dass die strahlende Wärme von der erhitzten Probe das Talg oder Wachs auf der Seite schmilzt, und dass das Licht dadurch sehr schnell verzehrt wird. Uebrigens giebt eine gewöhnliche Lichtflamme nicht immer so starkes Feuer als man braucht. Dies veranlasste Gahn, anstatt eines Lichtes drei schmalere zu gebrauchen, die aber dicke Dochte hatten, welche er in einem dazu eingerichteten Leuchter zusammenstellte und sie mit einem Male brennen liess. Das gab ein recht gutes Feuer. Indessen wurde er dessen endlich überdrüssig wegen der Beschwerlichkeiten, sich immer zu seinen Löthrohrversuchen eine eigene Art Lichter machen zu lassen; er ersetzte sie daher durch eine Lampe, in welcher Baumöl mit einem dicken Dochte brannte. Aber da er diese nicht auf Reisen anwenden konnte, so führte er immer schmale Wachslichte (Wachsstock) mit sich, von welchen er nach den Umständen 3 oder 4 zusammenfügte.

Die Lampen haben ohne Widerrede einen grossen Vortheil vor den Lichtern, aber es ist schwer sie auf Reisen mitzuführen, wegen der Leichtigkeit, mit welcher sie das

Oel herauslassen. Man bedient sich am besten des Baumöls, obgleich reines Rüböl auch angeht; aber dies raucht mehr und giebt nicht denselben Grad von Hitze, wie das Baumöl.

Ich bediene mich einer Lampe, welche den Vortheil hat, dass man sie leicht mit sich führen und so verwahren kann, dass das Oel nicht herausfliesst. Da diese von allen Arten, die ich versucht, gewiss die passendste ist, eine gute Flamme zu Löthrohrversuchen zu bekommen, und auch mit grösserer Bequemlichkeit als jedes andere Brennmaterial auf Reisen mit sich geführt werden kann, so will ich eine Beschreibung davon geben.

Taf. IV. Fig. 6 zeigt diese Lampe von oben. Sie ist von verzinntem Eisenbleche, welches der Reinlichkeit wegen lackirt ist, und hat eine etwas konische Form. Sie ist 4½ Zoll lang. In dem breitern hintern Ende *a* hat sie einen Zoll im Durchmesser, und ist hier mit einer Hülse versehen, vermittelst welcher sie auf ein Messingstift gestellt werden kann. Diese Hülse sieht man von der Seite in Fig. 7. In dem schmalern Ende *b* ist sie ¾ Zoll und hat auf der obern Seite nahe am Ende eine runde Oeffnung *c* von ¾ Zoll im Durchmesser. Diese Oeffnung wird von einer aufgelötheten Kante von Messing umgeben, die ¼ Zoll hoch und inwendig mit einer Schraubenmutter versehen ist. Man sieht sie an dem Ende der Lampe in Fig. 8. Durch diese Oeffnung giesst man das Oel und setzt den Docht in eine kleine längliche Hülse von Eisenblech ein, welche auf einer runden Scheibe von demselben Stoffe fest sitzt und in die Oeffnung einpasst. Die Hülse sieht man in Fig. 9, *a* von vorn, und *b* von der Seite. Der Messingring ist ein wenig weiter, als die Oeffnung auf der Lampe, so dass die Scheibe, worauf der Docht mit seiner Hülse sitzt, lose auf der hervorspringenden Kante auf dem Boden des Messingringes ruht. Wenn die Lampe nicht gebraucht wird, so wird sie mit einem Deckel verschlossen, Fig. 6 *d*, welcher sich in den Messingring einschrauben lässt und durch ein Leder schliesst, das, ehe es aufgesetzt worden ist, gut mit geschmolzenem Wachs getränkt werden muss. Wenn der Deckel fest geschraubt wird, so drückt die obere Kante des Messingringes gegen das gewächste Leder und hält vollkommen dicht, so dass, wenn das Oel abgetrocknet worden ist, die Lampe ohne die min-

deste Gefahr verwahrt werden kann, und ohne die Sachen, auf welchen sie liegt, zu beflecken. Hierbei ist zu merken, dass man nur Wachs gebrauchen muss, um das Leder zu tränken, und dass die Schraubengänge innerhalb des Ringes sein müssen und nicht ausserhalb, weil im letzten Falle das Leder ausserhalb des Ringes auf der Lampe sitzen wird, wo es durch die Hitze während des Blasens zerstört würde.

Wenn die Lampe gebraucht werden soll, so wird sie auf ein Messingstativ gesteckt, welches aus einem dicken, feststehenden Messingdrath besteht. Fig. 10 zeigt die Lampe auf ihrem Stativ. Der stehende Messingdrath ist 12 Zoll lang, kann aber in der Mitte abgeschraubt werden, so dass jedes Stück nur 6 Zoll lang ist. Er wird unten mit einer Schraube auf einem Kreuze befestigt, das aus zwei 6½ Zoll langen und 1½ Zoll breiten Messingstäben besteht; in Fig. 10. *de* sieht man sie von der Seite, und in Fig. 11 von oben. Um zu verhindern, dass die Lampe sich nicht zu tief auf dem Messingstift senke, setzt man einen durchbohrten Kork *f* auf, der so enge passt, dass man mittelst desselben die Lampe höher oder niedriger nach Bequemlichkeit stellen kann. Statt dessen kann man sich auch einer Spirale aus feinem Messingdrath bedienen, die man um den Messingstift windet. Ich habe diese Einrichtung, die Lampe in einer gewissen Höhe zu halten, bequemer gefunden, als sie mit Schrauben und Federn in der Hülse zu befestigen; besonders da, bei einer Befestigung mit Federn, diese so leicht abgenutzt werden, und durch eine Schraube die Bewegung um die Achse verloren geht. Harkort bringt mitten auf der obern Seite der Lampe eine besondere Oeffnung an, die auf gleiche Weise mit einer Schraube geschlossen, und durch welche das Oel bequemer eingefüllt werden kann, als wenn man den Docht in die Höhe hebt und das Oel dann eingiesst. Anstatt dass, wie in Fig. 10, die Vorderseite der Lampe einen rechten Winkel mit dem Boden bildet, macht Harkort den Boden kürzer, als die obere Seite, wodurch dieser Winkel ein stumpfer wird, so wie es die in der Figur punktirten Linien zeigen. Das hat die Bequemlichkeit, dass wenn man mit der Probe der Flamme sehr nahe kommen muss, man nicht an die Lampe stösst. Es versteht sich, dass man dann den Docht nach der Länge der Lampe zu

stellt, und die Löthrohrflamme nicht nach der Seite richtet, sondern nach dem Ende der Lampe.

Wird die Lampe nicht mehr gebraucht, so werden die Theile von dem Gestelle abgenommen, sie können nun weggelegt werden, nehmen wenig Raum ein und sind leicht zu transportiren.

Man braucht auch manchmal zu diesen Versuchen eine Spirituslampe, vorzüglich wenn man in Röhren oder Kolben von Glas Körper erhitzen will, die auf flüchtige Bestandtheile geprüft werden sollen; denn bedient man sich dazu einer Oellampe, so beräuchert deren Flamme das Glas, ohne eine hinlängliche Hitze zu geben. Dagegen aber gibt die Flamme einer Weingeistlampe lange nicht so viel Hitze beim Blasen, als die einer Oellampe.

Das Blasen und die Flamme. — Bei dem Gebrauche des Löthrohrs geschieht das Blasen nicht mit den Athmungsorganen, weil man es in diesem Falle nicht lange aushalten kann, und weil alles Bemühen, das Athmen länger anzuhalten, schädlich ist. Es geschieht dafür mit den *musculis buccinatoribus*, woraus die Wangen bestehen; man füllt den Mund mit Luft, und drückt diese hernach mit den Wangenmuskeln durch das Löthrohr. So einfach dies ist, so hat es doch im Anfange einige Schwierigkeiten, welche von dem Glauben herrühren, dass man zum Blasen alle Muskeln mitwirken lassen müsse, worauf das Ausathmen beruht. Es ist eine ähnliche Schwierigkeit, wie z. B. einen Fuss in einer entgegengesetzten Richtung von einem Arme auf derselben Seite des Körpers zu bewegen. Es erfordert im Anfange einige Uebung, ehe man sich gewöhnt, die Muskeln des Mundes nicht gemeinschaftlich mit denen der Brust wirken zu lassen. Das erste, was man versuchen muss, ist, den Mund aufgeblasen zu erhalten bei einem fortwährenden Aus- und Einathmen. Man stelle sich vor, dass zwischen den Lippen eine kleine Oeffnung sei, wodurch etwas Luft herausströmen kann, so dass die Wangen nach und nach ein wenig zusammensinken, während dessen man fortfährt, die Gemeinschaft zwischen der Mundhöhle und der Brusthöhle zu verschliessen; man braucht, um den Mund wieder zu füllen, nichts anders, als beim nächsten Ausathmen wieder durch den Schlund Luft einzulassen, so dass die Wan-

gen von Neuem gespannt werden. Die Luft, die auf diese Art innerhalb des Mundes leicht zusammengedrückt wird, fährt fort, ununterbrochen durch die feine Oeffnung zu gehen. Das ist es gerade, was beim Gebrauche des Löthrohrs geschehen soll; und die Luft, welche durch die feine Oeffnung des Löthrohrs fortgeht, ist gewöhnlich an Quantität so geringe, dass man nicht nöthig hat, die Mundhöhle bei jedem Ausathmen anzufüllen. Im Anfange, wenn man sich daran gewöhnen muss, geschieht es oft mit Schwierigkeit, aber nach eines oder einiger Tage Uebung hat man die Fertigkeit inne, und nach einiger Zeit, nach dem Gebrauche des Löthrohrs, geht alles von sich selbst, ohne dass man darauf die mindeste Aufmerksamkeit zu verwenden braucht, und ohne dass das Athmen auf irgend eine Weise erschwert wird. Die einzige Unbequemlichkeit dabei ist die Müdigkeit der Muskeln des Mundes, welche ausser der Ungewohnheit auch davon herrührt, dass die Anfänger gewöhnlich härter als es nöthig ist, das Mundstück des Löthrohrs mit den Lippen einschliessen und heftiger blasen, als es die Probe erfordert. Uebrigens ist das Blasen so leicht und erfordert so wenig Bemühung, dass jeder, der nicht einen Fehler im Gewölbe des Gaumens hat, es erlernen kann.

Wenn man einen beständigen Luftstrom unterhalten kann, so muss man sich üben, ein recht gutes Feuer zu geben, wenn man auf die Flamme der Lampe bläst. Hierzu wird eine Kenntniss der Flamme und deren einzelnen Theile erfordert. Betrachtet man die Flamme auf einem brennenden Lichte, so sieht man, dass sie aus vielen einzelnen Theilen besteht, von denen man bestimmt vier unterscheiden kann. Taf. IV. Fig. 12 stellt eine Lichtflamme vor, wenn nicht darauf geblasen wird. Bei der Basis derselben erscheint ein kleiner dunkelblauer Theil *ac*, welcher immer schmaler wird, je mehr er sich vom Dochte entfernt, und welcher ganz verschwindet, da wo die Seiten der Flamme gerade aufsteigen. Mitten in der Flamme ist ein dunkler Theil *ad*, welcher durch den leuchtenden Theil erscheint. Dieser Theil enthält die vom Dochte aufsteigenden Stoffe, die noch nicht mit der Luft in Berührung gekommen sind, und daher noch nicht brennen. Um diesen ist der eigentlich leuchtende Theil

der Flamme, und an den äussersten Kanten sieht man mit einiger Aufmerksamkeit eine wenig leuchtende dünne Umgebung *ce*, welche gegen die Spitze der Flamme breiter wird. Dies ist die Stelle, wo die Verbrennung der brennbaren Gasarten geschieht, und der heisseste Theil der Flamme. Führt man einen feinen Drath von Eisen oder Platin hinein, so sieht man, dass der Drath am stärksten in der Spitze der Flamme glüht, senkt man aber den Drath tiefer in die Flamme, so findet man, dass die Stelle, wo der Drath am stärksten glüht, die Punkte sind, wo er in die Flamme und aus derselben geht, das heisst, da, wo er sich in der dünnen, wenig leuchtenden Umgebung der Flamme befindet. Hat man einen sehr feinen Drath, so sieht dieser aus, als wäre er aufgeschwollen um die Dicke mehrerer Durchmesser, und diese scheinbare Aufschwellung, welche eine Erscheinung ist von gleicher Art mit der, als wenn z. B. die Fixsterne einen bestimmten Durchmesser zu haben scheinen, nimmt in dem Grade zu, je mehr man der Stelle näher kommt, wo die untere blaue Kante der Flamme aufhört, so dass der Punkt, wo die Luft mit ihrem ganzen Sauerstoffgehalt die Flamme trifft, die heisseste Stelle ist. Wenn wir nun mit der Spitze eines Löthrohrs Luft mitten in die Flamme hineinblasen, wie es Fig. 13 vorgestellt wird, so erscheint vor der Oeffnung des Löthrohrs eine lange und schmale blaue Flamme *ac*, welche dieselbe ist, wie *ac* in Fig. 12, aber nur ihre Form geändert hat, so dass sie nun mitten in einen kleineren Raum concentrirt ist und einen schmalen Cylinder bildet, anstatt dass sie vorher eine Hülse um die Flamme war. Vor der Spitze dieser blauen Flamme ist der heisseste Punkt, gleichwie in der freien Flamme, aber in dieser bildet er einen ringförmigen Gürtel um die Flamme herum, in jener hingegen ist er in einem Punkte zusammengedrängt; er wird daher weit heisser, schmilzt und verflüchtigt Stoffe, auf welche die freie Flamme wenig oder gar nicht wirkt. Hierauf gründet sich nun die hohe Temperatur, welche man durch das Löthrohr bewirken kann; man lässt hier auf einem kleinen Fleck innerhalb der Flamme das geschehen, was sonst ausgebreitet auf der ganzen äussern Seite derselben vor sich geht, gerade als wenn man das Aeussere der Flamme nach innen wendete. Uebrigens trägt der umgebende Theil

der leuchtenden Flamme noch dazu bei, die Ableitung der erregten Hitze zu verhindern.

Es erfordert eine lange Uebung, ehe man mit Sicherheit sieht, wo die stärkste Hitze ist, denn ungleiche Körper geben beim Glühen ungleiche Scheine von sich, und man muss sich nicht vom Lichte täuschen lassen. Es ist nämlich nöthig, weder zu stark, noch zu schwach zu blasen, weil im ersteren Falle die Hitze durch den überflüssigen Luftstrom verringert, und im letzteren keine gehörige Hitze durch ein zu schwaches Feuer bewirkt wird. Eine sehr hohe Temperatur wird erfordert, theils wenn man die Schmelzbarkeit der Körper untersuchen, theils wenn man verschiedene Metalloxyde reduciren will, die den Sauerstoff sehr fest halten, wie z. B. Eisen- und Zinnoxyde. Aber es ist nicht nur die hohe Temperatur, welche man mit dem Gebrauche des Löthrohrs beabsichtigt; es gibt noch andere Erscheinungen, die eine minder starke Hitze erfordern, nämlich die Oxydation und Reduction, welche sich leicht bewerkstelligen lassen, obgleich beide einander entgegengesetzt sind.

Die *Oxydation* geschieht, wenn man die Probe vor der äussersten Spitze der Löthrohrflamme erhitzt, wo alle brennbaren Theile oxydirt werden. Je weiter von der Flamme, desto besser geschieht die Oxydirung, wenn die Temperatur dabei hinlänglich hoch erhalten werden kann, wobei man sich vorsehen muss, dass eine zu starke Hitze oft der Oxydirung entgegenwirkt, vorzüglich wenn die Probe auf Kohle liegt. Am schnellsten geschieht dies bei anfangender Glühung. Die Löthrohrspitze muss dabei ein grösseres Loch haben.

Die *Reduction* geschieht am besten mit einer feinen Oeffnung, welche man auch nicht tief in die Flamme der Lampe einsenken muss, wodurch eine mehr leuchtende Flamme gebildet wird, deren Theile nicht richtig verbrannt werden, und dadurch den Sauerstoff von der Probe aufnehmen, welche wie in einer brennbaren Gasart erhitzt betrachtet werden kann. Wenn sich Rus auf die Probe absetzt, so ist dies ein Beweis, dass das Feuer zu rauchig ist, wodurch die Wirkung beim Blasen bedeutend vermindert wird. Man sah sonst die blaue Flamme für die eigentlich reducirende an, aber das ist falsch. Es ist eigentlich der leuchtende

Theil der Flamme, welcher reducirt; man muss ihn so auf die Probe lenken, dass die Flamme von allen Seiten gleich umspielt und dass dabei nicht Luft zukommen kann. Ich erinnere nur noch einmal, dass es die brennbare Atmosphäre ist, in welcher die Probe erhitzt wird, und nicht die Kohle, worauf sie liegt, welche hauptsächlich die Reduction bewirkt, denn die Reduction, welche durch die Kohle in dem Berührungspunkte mit der Probe geschieht, geht eben so gut in der äussern wie in der inneren Flamme vor sich.

Das Wesentlichste bei diesen Reactionsproben ist, sowohl Oxydation, als auch Reduction gehörig anstellen zu können, was bei einiger Uebung bald gelernt wird. Die Oxydirung ist so leicht, dass man dazu nur die Vorschrift gebraucht, aber die Reduction erfordert mehr Gewohnheit und Kenntniss, die Flamme zu beurtheilen. Es ist eine sehr gute Art, wenn man sich üben will, ein gutes Reductionsfeuer zu geben, ein kleines Zinnkorn zu nehmen, und dies bei Weissglühhitze auf der Kohle so zu schmelzen, dass die Oberfläche sich beständig metallisch erhält. Das Zinn hat ein solches Streben, sich zu oxydiren, dass, so wie die Flamme nur ein wenig zu Oxydationsfeuer verändert wird, sich Zinnoxyd bildet, welches das Metall mit einer nicht schmelzbaren Rinde bedeckt. Man fängt mit einem kleinen Zinnkorne an, und nimmt dann immer ein grösseres, und je mehr Zinn man auf diese Art in der Glühhitze metallisch erhalten kann, desto mehr ist man Meister in der Kunst *).

Die Unterlage. Kohle. Die Probe, welche der Löthrohrflamme ausgesetzt werden soll, muss auf etwas liegen, oder auf irgend eine Art festgehalten werden. Dazu passt am besten gut ausgebrannte Holzkohle. Die von reifem Fichtenholze oder von leichtem Laubholze passt dazu am besten. Die Kohle von der Tanne prasselt, und schleudert oft die Probe fort, und die Kohle von hartem und schwerem Laubholze gibt so viel, und nicht selten so eisenhaltige Asche, dass man sich nur im Nothfalle ihrer bedienen muss.

*) Wenn man ein solches weissglühend schmelzendes Zinnkorn auf einen Bogen Papier wirft, dessen Kanten ein wenig aufgebogen sind, so zertheilt sich das Korn in viele kleinere, welche auf dem Papiere herumhüpfen und mit vielem Glanze brennen.

Buchen- und Eichenholz sind dieser Ursache wegen nicht tauglich. Ich habe nicht Gelegenheit gehabt, Buchsbaum zu versuchen. Gahn vermuthete immer, dass diese Art Holz die beste Löthrohrkohle geben sollte; aber er hatte beinahe nur Erfahrung von Kohle vom Nadelholze. Von den vielen Arten Kohle, die ich Gelegenheit gehabt habe in Ländern zu versuchen, wo die letzgenannte nicht erhalten werden konnte, habe ich gefunden, dass Kohlen von *Salix alba*, oder von *Salices* im Allgemeinen die besten sind. Gleichwohl gebe ich den Vorzug einer Kohle von reifem und geradegespaltenem Fichtenholze, welche man mit einer Säge in lange parallelepipedische Stücke schneidet, die, wenn sie gut abgeblasen sind, die Hände nicht beschmutzen. Man gebraucht nur die Seiten, wo die Jahresringe auf der Kante stehen, weil die Flüsse auf der andern sich auf der Oberfläche der Kohle ausbreiten. Da der Zwischenraum zwischen den Jahresringen eher verbrennt, als die Jahresringe selbst, so gewinnt man dadurch den Vortheil, dass die Probe nicht auf ihnen liegt, und daher nur ein Paar Berührungspunkte mit der Kohle hat.

Dass die Kohle, von welchem Holze man sie auch nimmt, gut ausgebrannt sein muss, versteht sich von selbst, weil die, welche prasseln, rauchen und brennen, nicht angewendet werden können.

Gahn vermuthete, dass Kohle, welche manchmal in unsern Hohöfen unverbrannt bis zur Form herunterkommt, besonders gut zu einer Löthrohrkohle passen würde, weil sie einen Theil von ihrer Brennbarkeit verloren hat, und daher nicht so leicht verzehrt wird. Ich sammelte daher einmal solche Kohlen von einem Hohofen. Ich fand sie weit schwerer und fester als gewöhnliche Kohle, und dabei weit schwerer verbrennbar. Aber ich erstaunte sehr, als ich fand, dass ich auf dieser Kohle nicht dieselbe hohe Temperatur erhalten konnte, wie auf der gewöhnlichen. Ich schrieb dies im Anfange dem Umstande zu, dass die strahlende Wärme, welche auf unsern gewöhnlichen Kohlen von den, die Probe nah umgebenden in Brand gesetzten Theilen der Kohle ausströmt, einen wesentlichen Einfluss zur Temperatur-Erhöhung haben könnte; aber ich fand sogleich meinen Irrthum, als ich bemerkte, dass die Kohle weit von der un-

mittelbar erhitzten Stelle so heiss wurde, dass ich sie fallen lassen musste. Diese Kohle ist um so wärmeleitender, je dichter sie ist, und es wäre möglich, dass dies die Ursache ist, warum sie so langsam brennt. Sie kann also nicht wohl zur Löthrohrkohle angewendet werden.

Platin. Bei gewissen Fällen, wo die reducirende Kraft der Kohle die Reaction vernichten kann, die man hervorbringen will, bedient man sich des Platins, das theils in Form eines kleinen Löffels gebraucht wird, theils in Form eines dünnen Bleches, oder als Drath von einer gewissen Feinheit.

a) Platinlöffel. Man gebrauchte lange, vorzüglich bei Behandlung der Mineralien mit Soda, Löffel von Gold oder von Silber; aber diese schmelzen leicht, oder werden wenigstens durch eine zu starke Hitze beschädigt. Nachher hat man die von Platin gebraucht. Diese Löffel werden in der Rundung 1/4 Zoll im Durchmesser, und 1 Linie tief gemacht, und sitzen auf einem schmalen, kurzen und spitzigen Schaft. Wenn sie gebraucht werden sollen, wird dieser spitzige Schaft in die Löthrohrkohle eingeschoben, welche alsdann als Handgriff dient. Je dünner das Metall in diesen Löffeln ist, desto besser kann es erhitzt werden. In England habe ich sie von dünnem Platinblech geschlagen gesehen, welches auf beiden Seiten des Schaftes doppelt umgebogen war, um mehr Festigkeit zu geben, ungefähr so, wie man es mit kleinen Löffeln von Eisenblech macht. Der Platinlöffel ist für Löthrohrversuche ein ziemlich entbehrliches Instrument, nachdem man gefunden, dass die Mineralien mit Soda am besten auf Kohle behandelt werden, und die Grösse des Löffels macht ausserdem, dass man darauf nicht den Grad der Hitze geben kann, den man oft nöthig hat.

b) Platinblech. Wollaston hat, anstatt des Löffels, Blech von sehr dünnem ausgewalzten Platin eingeführt, das in Stücke, von einigen Zoll Länge und 1/2 Zoll Breite, geschnitten wird. Dieses Blech kann sehr stark erhitzt werden, weil das dünne Metall wenig Wärme aufnimmt oder fortführt, und wenn man mit einem Male erhitzen und oxydiren will, so lenkt man die Flamme auf die untere Seite des Bleches. Das Platin ist so wenig wärmeleitend, dass wenn

wenn die Probe auf dem einen Ende liegt, und man das andere mit den Fingern hält, dies nicht zu heiss wird. Man muss nicht auf Platinblech metallische Stoffe im regulinischen Zustande behandeln, oder auch nicht solche, die während des Blasens reducirt werden können, weil das Platin sich damit verbindet, schmilzt und ein Loch bekommt. Mit einiger Achtsamkeit kann man sich sehr lange desselben Bleches bedienen; sollte es beschädigt werden, so kann man den beschädigten Theil abschneiden, und wenn durch zu viele Abschneidungen das Blech so kurz wird, dass man es nicht mehr mit den Fingern halten kann, so befestigt man es mit einer Zange.

c) Platindrath. Gahn, der den geringen Nutzen eingesehen hatte, den man von dem Gebrauche des Platinlöffels hat, und nicht den Gebrauch des Platinbleches kannte, erfand eine andere Art, Platin zur Unterlage zu gebrauchen, welche die vorhergehenden übertrifft, und sie in den meisten Fällen entbehrlich macht.

Ein Platindrath von 2½ Zoll Länge wird an einem Ende zu einem Oehr gebogen, wie Fig. 14 zeigt. Dies Oehr wird nun als Unterlage auf folgende Art gebraucht. Das Oehr wird mit dem Munde angefeuchtet und in die Flüsse getaucht, welche sich daran befestigen, worauf sie in der Löthrohrflamme zu einem Tropfen geschmolzen werden, welcher an der Biegung aufgehängt bleibt. Darauf befeuchtet man die Probe, die sich nun an die erstarrten Flüsse befestigt und mit ihnen gemeinschaftlich erhitzt wird. Man hat nun die zusammengeschmolzene Masse in einem solchen Zustande, dass sie mit aller Bequemlichkeit betrachtet werden kann, frei von dem falschen Farbenspiele, das sich manchmal auf der Kohle zeigt, durch die Befestigung der Kugel auf einem schwarzen Boden.

Diese Methode ist so vollkommen ihrem Zwecke entsprechend, dass sie in den meisten Fällen den Gebrauch der Holzkohle übertrifft, und bei allen Gelegenheiten, bei denen ein Metall nicht während des Blasens reducirt wird, mit grösserem Vortheil angewandt werden kann, als die Kohle. Im Allgemeinen müssen alle Oxydationsversuche und solche Reductionen, die bloss Farbenveränderungen in den Flüssen beabsichtigen, auf Platindrath geschehen. Hierbei

muss ich anmerken, dass das Platin durchaus nicht beschädigt wird, oder während der Schmelzung mit Phosphorsalz sich mit Phosphor verbindet; ich habe vergebens versucht, es mit Phosphor zu verbinden, selbst wenn ich das Phosphorsalz mit Boraxsäure gemengt, und darin Platin auf Kohle erhitzt habe.

Wenn man einen Fluss bis zu dem Grade von Reaction reducirt hat, den man als hinlänglich ansieht, und will durch eine schnelle Abkühlung einer abermaligen Oxydirung der Probe zuvorkommen, so kann man durch einen gelinden Stoss am Drathe die geschmolzene Perle auf einen kalten Körper werfen, z. B. auf eine Theetasse oder einen kleinen Amboss, wo sie sogleich erstarrt, was oft recht nützlich ist. Man muss mehrere Dräthe zur Hand haben, um nicht das darauf sitzende Glas mit Gewalt abzunehmen; man kann es in Wasser auflösen, ohne dass man darauf zu warten braucht.

Smithson wendet den Platindrath selbst zum Festhalten von kleinen Splitterchen, die der Flamme ausgesetzt werden sollen, auf die Art an, dass er an das Ende des Drathes etwas feuchten, feuerfesten Thon befestigt, und damit das Splitterchen berührt, worauf geblasen werden soll, welches nun daran festsitzt. Der Thon wird zuerst in der Flamme getrocknet, und hält dann das Splitterchen fest, so dass es während des Blasens nicht abfällt.

Auf Reisen, wo es manchmal schwer ist, recht gute Löthrohrkohlen zu erhalten, weil man deren nicht viel mit sich führen kann, ist der Platindrath eine unentbehrliche Sache, durch die man die Kohle bloss zu solchen Versuchen aufspart, wo ein Metall zur metallischen Form zurückgeführt wird, oder wo ein schwefel- oder arsenikhaltiges Fossil geröstet werden soll. Was die Dicke des Platindrathes betrifft, so ist diese gleichgültig; aber je feiner er ist, desto besser ist er, wenn er nur nicht so fein ist, dass er sich bei einem starken Blasen biegt. Ist er zu grob, so nimmt er zu viel Wärme fort.

Disthèn. De Saussure bediente sich, ehe der Gebrauch des Platinbleches bekannt war, feiner Fäden eines unschmelzbaren Fossils, das Disthèn, Cyanit oder Sappare genannt wird. Dieses Fossil lässt sich in feine Fäden theilen, welche an einem Ende an eine Glasröhre festgeschmolzen

werden, die zum Handgriff dient, während man an dem andern Ende die Probe entweder mit etwas Wasser oder mit Gummiwasser befestigt, und darauf bläst. Dieses Fossil ist indessen nicht so allgemein, dass man es sich immer verschaffen kann, und der Gebrauch desselben ist durch das Platinblech überflüssig geworden. Der Disthèn hat dabei noch den Nachtheil, von den Flüssen angegriffen zu werden.

Ein *Glimmerblatt* kann manchmal zur Röstung metallischer Fossilien angewandt werden, wenn man Nachtheil von der reducirenden Wirkung der Kohle befürchtet, die in den Berührungspunkten mit der Probe vor sich geht.

Feuerfester Thon kann auch, nach Smithson's Angabe, angewandt werden, wenn man zwischen zwei Papierblättern mit einem glatten und breiten Hammer den Thon bis zur zweckmässigen Dünne ausklopft. Man schneidet ihn dann in schmale, spitzwinklige Dreiecke, in breitere Streifen u. s. w. Am besten indessen erhält man diese auf die Weise, dass man gleiche Theile von gebranntem und ungebranntem Thon mit Wasser zu einer steifen Paste bearbeitet, die auf einem dünnen Papiere ausgebreitet wird, worauf ein weiches Papier darauf gelegt und die Masse mit einer kleinen Rolle geebnet wird, wozu man eine cylindrische Flasche gebrauchen kann. Darauf wird die Masse noch feucht zerschnitten, erst etwas in der Luft, und dann unter einer Presse vollkommen getrocknet, weil sie sich sonst wirft und faltig wird. Man kann ihr dann die Form von kleinen Schälchen (Kapellen) geben, wenn man runde Scheiben ausschneidet, die darauf in einer passenden Vertiefung mit einem entsprechenden Stempel, beide aus hartem Holze gedrechselt, gepresst werden. — Diese Thonscheiben halten die Wirkung des Borax aus, und werden nicht vom Bleioxyd aufgelöst. Sie müssen vor dem Blasen in der Flamme einer Spirituslampe erhitzt werden, um die hygroskopische Feuchtigkeit zu verjagen. Sie werden am besten mit der Hand gehalten; kleine Stückchen, so wie die Kapellen, werden auf Kohle gelegt.

Glasröhren. In solchen Fällen, wo die Probe geröstet wird, um die Stoffe kennen zu lernen, die dabei entwickelt werden, bediene ich mich einer Glasröhre von wenigstens 3 Zoll Länge und einer Linie im Durchmesser, die an beiden

Seiten offen ist. Die Probe wird hineingelegt nahe dem einen Ende, worauf die Röhre mit diesem Ende niedrig gehalten wird. Je nachdem man mehr oder weniger Wärme gebraucht, wird die Stelle, wo die Probe liegt, entweder mit einer Spirituslampe erhitzt, oder durch Blasen mit der Löthrohrflamme; und je nachdem der Luftzug sein soll, neigt man die Röhre mehr oder weniger. Die Körper, welche durch die Verbrennung gebildet werden, und flüchtig, aber keine Gase sind, sublimiren sich in dem obern Theil der Röhre, und können dann erkannt werden. Diesen kleinen Apparat sieht man Fig. 15.

Glaskolben. Wenn man den Gehalt der Körper an Wasser oder an andern flüchtigen Stoffen untersuchen will, oder die Probe stark decrepitirt, so muss sie in einer Glasröhre erhitzt werden, welche an einem Ende zugeblasen, hier ein wenig erweitert ist, und die Form eines kleinen Kolbens hat, Fig. 16, weil die flüchtigen Stoffe sich leichter ausjagen lassen, wenn die Luft im Apparate circuliren kann. Wenn man hingegen brennbare Körper von der Probe zu sublimiren hat, wie z. B. Schwefel, Arsenik etc., so muss die Röhre am zugeblasenen Ende nicht erweitert sein, um die Verbrennung zu verhüten, die der Luftzug verursachen kann.

Von Engeström schrieb vor, die decrepitirenden Stoffe in einer kleinen Vertiefung in der Kohle zu erhitzen, diese mit einer andern Kohle zu bedecken, und eine kleine Oeffnung zu lassen, damit die Flamme des Löthrohrs hineinkommen könne. Bergman gebrauchte theils zugeblasene Glasröhren, theils einen Löffel mit einem Deckel und einem Charniere, und dies ist auch recht bequem. Wollaston legt die decrepitirenden Stoffe in die Falte eines Platinbleches. Gahn zog die kleinen Glaskolben allen andern Dingen vor, aber er gebrauchte sie nur für Decrepitationen, und schenkte den Reactionen, die man durch die Sublimationen erhält, wenig Aufmerksamkeit.

Zur Untersuchung der metallischen Stoffe gebraucht man sehr oft Glasröhren und Glaskolben, die häufig durch den Versuch zerstört werden. Man muss deshalb im Voraus mit einer hinlänglichen Anzahl derselben versehen sein. Es ist beschwerlich, sie mit sich auf Reisen zu führen, und es

ist oft schwer, neue zu erhalten, wenn sie verdorben sind. Ich pflege dünne Glasröhren in 5 bis 6 Zoll lange Stücke zu zerschneiden, und sie in einem Futteral von Holz oder Eisenblech zu verwahren. Die Stelle, wo die Probe in der offenen Röhre erhitzt wird, kann nicht zum zweiten Male erhitzt werden, ohne zu springen, weil das Glas gewöhnlich seine runde Form verliert. Man schneidet es deshalb mit einer Feile ab, und macht die Glasröhre inwendig mit einem Eisendrathe und ein wenig Papier rein, worauf sie wiederum gebraucht werden kann, und so kann man 7 bis 8 Proben anstellen, ehe sie zu kurz wird, weil sie für jede Probe nur ½ Zoll kürzer wird. Auf gleiche Weise kann man es mit den zugeblasenen Röhren machen, bei denen nach angestellter Probe der gebrauchte Theil abgeschnitten und die Röhre rein gemacht wird.

Die Glaskolben werden selten einem solchen Feuer ausgesetzt, dass sie davon zerstört werden; man kann sie deshalb lange gebrauchen. Man muss indessen ein Paar fertig geblasene in Bereitschaft haben; diejenigen indessen, die ohne Erweiterung an einem Ende blos zugeblasen sind, macht man am besten jedesmal, wenn man sie gebraucht, indem man sie mit dem Löthrohr und der Spirituslampe zuschmilzt, um dieselbe Röhre bald offen und bald zugeschlossen gebrauchen zu können. Wenn eine Röhre zu kurz wird, um sie offen zu gebrauchen, kann man sie zugeblasen benutzen.

Instrumente, die mit den vorhergehenden zu Löthrohrversuchen gebraucht werden. 1. *Zangen.* Man gebraucht Zangen von verschiedener Art und zu verschiedenen Endzwecken.

a) Eine Zange, um während des Blasens die Probe damit zu halten. Es kommt oft vor, dass kleine Stückchen, deren Schmelzbarkeit man untersuchen will, von dem Luftstrome fortgeführt werden, welchen die Flamme gegen die Kohle treibt. Man hält sie daher mit einer Zange, welche entweder ganz und gar von Platin gemacht ist, oder deren Spitzen von diesem Metalle sind. Diese wird am besten von Stahl gemacht, wie Fig. 17 von zwei Seiten zeigt; *ab* sind zwei schmale Blätter von Stahl, von der Form, wie sie die Figur zeigt, welche beide am Ende *b* einen schmalen Ansatz von Platin *bc* haben, der durch ein Paar Niete an

dem Stahl befestigt ist. Diese Blätter sind in der Mitte durch Niete mit einem dünnen Eisenstück zusammengefügt, welches zwischen *ee* liegt, wodurch sie eine doppelte Zange bilden, die am Ende *a* abstehende breitere Schenkel von Stahl, und am Ende *c* zusammenliegende dünne, schmale und lange Schenkel von Platin hat, welche durch die Federkraft des Stahles im Stücke *bc* zusammengehalten werden. Um sie zu öffnen, hat jedes Stück von *bc* seinen Knopf *dd*, welcher durch das eine geht, und an dem andern befestigt ist, auf die Art, dass wenn die Knöpfe *dd* mit dem Daumen und mit dem Zeigefinger gedrückt werden, die Platinspitzen sich trennen, und die Probe umfassen können, die nur, wenn das Drücken aufhört, von der eignen Federkaft der Zange festgehalten wird. Die Platinspitzen müssen bei *b* einigermaassen stark sein, um nicht der Federkraft des Stahles nachzugeben; aber sie müssen in allen Dimensionen gegen *c* abnehmen, um nicht durch ihre Masse zu ziel Wärme von der Probe abzuleiten. Die Stahlschenkel müssen bei *a* gehärtet sein, um nicht geritzt oder stumpf zu werden, wenn man sie gebraucht, um kleine Stückchen aufzunehmen oder von den Mineralien abzubrechen, die man prüfen will. Diese Zange ist bei uns aus Frankreich eingeführt, und sie entspricht ihrem Endzwecke vollkommen.

Man gebraucht in England eine andere von einer minder bequemen Form. Man sieht sie Fig. 18 im Profil. Die Schenkel *ab* sind von Messing und hängen in *a* zusammen. Bei *b* sind, wie bei der vorhergehenden, 2 Platinspitzen *bc* festgenietet. Die Zange wird durch ihre Federkraft offen gehalten, und geschlossen durch einen doppelten Knopf *d*, welcher in einem länglichen Loche in den Schenkeln auf und nieder geschoben werden kann. Wenn die Knöpfe von *a* gegen *c* geführt werden, so schliessen die Schenkel dichter gegen einander, so dass die Zange bei *c* geschlossen ist. *ee* sind zwei Holzstückchen, die an den Schenkeln befestigt sind. Man hält die Zange mit diesen, weil das Messing so wärmeleitend ist, dass man sich leicht an der Zange brennen könnte, wenn man auf eine durch die Platinspitzen festgehaltene Probe einige Zeit bläst.

b) Wenn man etwas mit grösserer Kraft fest halten muss, so bedient man sich einer Eisenzange, die eben so

wie die vorhergehende gemacht ist, und die man Fig. 19 abgebildet findet. Der Knopf *dd*, durch welchen die Zange geschlossen werden kann, hat auf der hintern Seite Stahlfedern *de*, die verhindern, dass wenn die Zange einen grösseren Gegenstand fasst, der Knopf nicht zurück gleitet, und die Zange sich dadurch öffnet.

c) Um von den Mineralien ohne Schaden für die Stufen kleine Proben abzubrechen, ohne sie zu zerschlagen, oder um kleine Stückchen theilen zu können, bedient man sich einer Kneifzange, die wie eine Nagelzange, Fig. 20, gemacht ist, mit dem Unterschiede, dass die abkneifende Schärfe mehr breit und stark als scharf sein muss, weil sonst die Stückchen leicht aus der Schärfe springen.

d) Eine besondere Zange zur Ausbesserung des Lampendochtes. Hierzu gebrauche ich eine Zange von Eisen, deren zusammenhängendes Ende mit einer langen Spitze versehen ist.

2. *Hämmer.* Fig 21. Man muss zwei Hämmer haben, beide von gutem und gehärtetem Stahl; der eine am Ende rund und polirt, um die reducirten Metallkörner auszuschmieden, und auf der andern Seite mit einer stumpfen Spitze endigend, um die Probestücke abzuschlagen, wenn dies einen Schlag auf einer kleinen Oberfläche erfordert. Der andere Hammer muss vierkantig sein, mit scharfen Kanten und Ecken versehen, und am andern Ende eine breite Schärfe haben, um bei Gelegenheit als Meissel zu dienen. Dieser wird blos gebraucht, um Probestücke abzuschlagen, und dies thut er desto sicherer, und mit minderer Gefahr und Schaden für die Stufen, wenn Kanten und Ecken scharf sind. Sobald diese abgerundet werden, muss der Hammer am Ende abgeschliffen werden, damit er wieder von Neuem scharf wird.

3. *Amboss.* Man gebraucht einen Amboss, um die Steinstückchen zu zerschlagen, und auch um die reducirten Metallkugeln auszuplatten. Von Engeström und Bergman gebrauchten polirte Stahlscheiben von einigen Zollen Fläche und von der Dicke eines $^1/_4$ Zolles. Damit beim Schmieden und Zerschlagen die Proben nicht fortgeschleudert werden, werden sie in die Mitte der Scheibe in einen Ring von Stahl gelegt,

in welchem das Hämmern geschieht. Fig. 22 zeigt eine solche Scheibe mit ihrem Ringe. Gahn veränderte die Form des Ambosses in ein Parallelepiped von ungefähr 3 Zoll Länge, 1 Zoll Tiefe und ⁵/₈ Zoll Breite, Fig. 23. Dieses hat den Vortheil, dass der Amboss mehrere Oberflächen hat, welche alle angewendet werden können, und er ist hinlänglich stark, um jeden Schlag auszuhalten, auch kann er mit mehr Leichtigkeit mit den andern Instrumenten transportirt werden, auf die Art, wie ich es unten beschreiben werde. Der Ring ist ein durchaus überflüssiges Instrument, und entspricht nicht einmal seinem Endzwecke. Wenn man einen Stoff zerstossen will, so wickelt man ihn in Papier ein und schlägt darauf stark mit dem Hammer auf den Amboss. Das Papier verhindert das Fortschleudern, und obgleich es entzwei geht, so kann man doch ohne Verlust das Gepulverte herausnehmen. Um die reducirten Körner auszuschmieden, ist es, wie ich gefunden habe, am besten, das Metallkorn auf dem Amboss mit einem dünnen Papier zu bedecken, und darauf mit den Fingern zu drücken. Da wo das Korn liegt, wird eine Erhöhung im Papier gebildet, worauf man mit den Fingern das Papier festhält, während man das Korn ausschmiedet. Ist das Metall spröde, so bleibt das Pulver auf der Stelle liegen; ist es geschmeidig, so bildet es ein Blättchen, welches mit den Kanten sich in dem Papier befestigt, so dass es auf diese Art festgehalten und geprüft werden kann.

4. *Ein Messer*. Man gebraucht zu vielen Zwecken ein Messer von gutem Stahle, das so geschliffen ist, dass die Schneide sehr stumpf, die Spitze auf gleiche Art stark abgestumpft, aber scharf ist. Dieses Messer kann man magnetisch machen, so dass es auch als Magnet gebraucht werden kann. Ich bediene mich eines Federmessers mit einer Klinge, die eingeschlagen werden kann. Mit diesem Messer untersucht man den Grad der Härte bei den Körpern, ob sie mehr oder weniger vom Stahle geritzt, oder nicht davon angegriffen werden. Mit der Spitze dieses Messers, das ein wenig mit dem Munde angefeuchtet wird, nimmt man die Flüsse, und wenn es nöthig ist, mengt man sie mit dem Pulver der Probe auf der innern Seite der linken Hand u. s. w.;

kurz dieses Messer ist eins der unentbehrlichsten Instrumente des Löthrohrapparats.

5. *Eine* oder *mehrere Feilen*, dreikantig, platt, halbrund und rund, werden bei mehreren Gelegenheiten gebraucht, welche anzugeben überflüssig ist.

6. *Ein kleiner Mörser mit seinem Pistille* von Achat oder Calcedon, je kleiner desto besser. Der, welchen ich gebrauche, hat nicht vollkommen 2 Zoll Weite, $^1/_2$ Zoll Höhe, und die darin eingeschliffene Schaale ist $^5/_{16}$ Zoll kleiner in der Breite und Tiefe *). Es ist gut, wenn der Boden des Mörsers etwas durchscheinend ist; auch muss er keine Gruben oder Sprünge haben, in welche das Geriebene sich einsetzen kann. Um den Mörser zu reinigen, muss man dazu immer ein kleines Stückchen Bimstein haben, weil man sonst nicht die Metallstriche fortnehmen kann, welche oft beim Reiben von metallhaltigen Stoffen entstehen.

7. *Eine konische Röhre von verzinntem Eisenbleche*, Fig. 24, an deren beiden Enden das Blech so abgefeilt ist, dass es eine scharfe Kante bildet. Dieser Konus wird gebraucht, um Gruben auf der Kohle einzuschneiden. Das kleinere Ende macht eine kleinere, das andere eine grössere Grube, die im Boden sehr glatt und in der Form sehr regelmässig sind. Die Figur zeigt noch eine hineingesetzte Flasche, zu welcher die konische Röhre auf Reisen als Futteral dient.

8. *Ein Mikroskop.* Figur 25 zeigt die für diesen Zweck am besten passende Form, um ein Mikroskop hineinzusetzen, weil sie beim Transport weniger Raum einnimmt, und dessen ungeachtet sehr bequem zu gebrauchen ist. Es hat zwei Gläser von ungleicher Vergrösserungskraft, die auf die Art, wie Wollaston gezeigt hat, auf der einen Seite plan sein müssen, um das richtige Sehfeld so grösser zu machen. Das Mikroskop ist bei diesen Versuchen, um das Resultat zu

---

*) Als Gahn einmal sein Pistill zu einem solchen Mörser verloren hatte, nahm er einen Calcedonknopf, der die Rundung des Mörsers hatte, und befestigte ihn mit Lack an einem Pistill von Kork; nachher gebrauchte er nie ein anderes. Ich war gezwungen es auf gleiche Art zu machen, und führe dies nur an, weil, wenn Andere sich in einer gleichen Verlegenheit befinden, sie Nutzen davon ziehen können.

beurtheilen, oft durchaus unentbehrlich, und man muss keine Farbe bestimmen, ohne sie vorher durch das Mikroskop gesehen zu haben, weil in kleinen Glaskugeln die Reflection von der Kohle oft eine Modification in der Farbe hervorbringt, die unter dem Mikroskope verschwindet.

9. *Ein Kasten, um die Reagentien zu verwahren.* Bei diesen Versuchen kommt es sehr auf die Bequemlichkeit an, mit der die Flüsse und die andern Reagentien sich herausnehmen lassen, wenn man gewisse Versuche anstellen oder unterlassen will, von denen man sich nicht mit Sicherheit ein Resultat versprechen kann, die aber manchmal auf eine unerwartete Weise entscheidend sein können. Dieser Umstand veranlasste Gahn, eine Verwahrungsanstalt auszudenken, wo alle Reagentien auf einem Male zur Hand sein könnten, und wo die einzelnen Verwahrungsräume mit der rechten Hand geöffnet und geschlossen, und die Flüsse herausgenommen werden können, ohne die Probe und deren Unterlage, die man mit der linken Hand hält, wegzulegen. Die Form, bei welcher Gahn stehen blieb, sieht man in Fig 26. Sie besteht aus einem länglichen Kasten, der 8½ Zoll lang, $1^3/_{16}$ Zoll breit und, wenn er zusammengeschlagen, 1 Zoll hoch ist. Er ist in 9 einzelne viereckige Räume abgetheilt, von denen jeder mit seinem wohlpassenden Deckel versehen ist, und hat einen gemeinschaftlichen Deckel für den ganzen Kasten, der durch ein Paar Haken geschlossen werden kann. Um den gemeinschaftlichen Deckel fester zu machen, ist er mit zwei Querhölzern versehen, welche zwischen der zweiten und dritten Lade vom Ende an einpassen, weshalb auch da die Scheidewände zwischen den Räumen so breit sind, dass die kleinen Deckel nicht dicht bei einander zu liegen brauchen. Der gemeinschaftliche Deckel ist mit einem Charnier von Metall an dem Kasten befestigt, aber die kleinen Deckel haben Gelenke von Holz und drehen sich um einen gemeinschaftlichen Stift, der durch alle geht. Diese Gelenke erfordern viel Geschicklichkeit vom Arbeiter, und machen den Kasten weit theurer, als er sonst zu sein braucht. Man kann diesem zuvorkommen, wenn die hintere Kante, in welche das Gelenk eingeschnitten ist, und die hintere Seite des Deckels ganz eben gemacht wird, worauf man über beide Scheiben von Maroquin leimt, so dass der Deckel und die hin-

tere Kante ganz davon bedeckt wird. Das Leder, das bei der Oeffnung des Deckels sich biegt, dient als Gelenk vollkommen mit denselben, wenn nicht mit grösseren Vortheilen, wie das in das Holz eingepasste Gelenk. Jedes von den Reagentien, die am meisten gebraucht werden, hat seinen eigenen Kasten, und die, die nur selten und in einzelnen Fällen angewandt werden, wickelt man in Papier ein, und verwahrt viele zusammen in derselben Abtheilung. Auf Reisen bedient man sich mit grösserer Sicherheit, wegen vollkommner Dichtigkeit, kleiner Gläser mit einer weiten Oeffnung, die man mit einem Korke verschliessen kann. Man hat eben so viele Gläser als Abtheilungen in dem hölzernen Kasten, und stellt sie in ein Kästchen von lackirtem Eisenbleche, das die Form und Grösse des hölzernen Kastens hat, und so gemacht worden ist, dass die Gläser darin passen und einen kleinen Druck erfordern, um eingesetzt werden zu können. Das Kästchen hat ²/₃ der Höhe der Gläser, das Uebrige wird vom Deckel bedeckt, der kein Gelenk hat, sondern über eine dünnere Kante des Kästchens geschoben werden kann, wie bei einer gewöhnlichen Tabacksdose. — Diese Verwahrungsart für die Flüsse ist von Sefström in der Bergschule von Fahlun eingeführt worden, und wird bei den Reisen der Zöglinge nach den Bergwerken benutzt.

10. *Eine viereckige Schüssel* von unverzinntem Eisenbleche, 12 bis 14 Zoll im Viereck mit ¹/₂ Zoll hohen umgelegten Kanten. Diese Schüssel dient, um die Lampe während des Blasens darin aufzustellen, und damit, wenn die Stückchen zuweilen herunterfallen, sie in diese Schüssel kommen, wo sie leicht wiedergefunden werden können. Zu diesem Zwecke wird der Boden der Schüssel mit reinem Papier bedeckt.

11. *Ein Kork, mit einer durchgesteckten Glasröhre mit feiner Oeffnung,* Fig. 27, dient zur Spritzflasche (s. d. Artikel), deren man sich bei den Reductionsversuchen bedient, um das Kohlenpulver von dem reducirten Metalle abzuschlämmen. Da man überall Flaschen und Wasser findet, so braucht man auf Reisen nur die Spritzröhre mit sich zu führen, und sie in einen stark konischen Kork einzusetzen, der in Flaschen von ungleich weiter Oeffnung passt.

12. Zum Gebrauch auf Reisen braucht man *eine cylin-*

drische Flasche von Eisenblech, die mit einer Schraube geschlossen werden kann, ganz auf gleiche Art wie bei der Löthrohrlampe. Sie ist bestimmt, um Oel in Vorrath zu enthalten, da es oft kommen kann, dass man sich einige Zeit an einem Orte aufhalten muss, wo man kein passendes Oel findet.

13. *Ein vierseitiges Futteral von Eisenblech* für eine oder zwei grosse Löthrohrkohlen, die in Papier gewickelt werden, ehe man sie einlegt, weil, wenn sie lose liegen, sie sich schnell auf Reisen durch's Stossen zerpulvern, der Kohlenstaub ausdringt und alles übrige beschmutzet.

14. *Eine kleine längliche Dose von lackirtem Eisenblech*, die sowohl im Deckel, als auch auf dem Boden ein seidenes Kissen hat, wovon die ganze Dose ausgefüllt wird. Zwischen diese beiden Kissen legt man auf der Reise alle kleinen losen Theile des Apparates, z. B. die Löthrohrspitzen und die kleinen Platinköpfchen, Platinblech, Platindrath, eine feine Nadel, um das Loch zu reinigen, wenn es nöthig ist, einen kleinen polirten Blutstein, um durch das Reiben damit zu erkennen, ob die reducirten, aber nicht geschmolzenen metallischen Stoffe Metallglanz annehmen oder nicht u. s. w.

15. *Ein Futteral von Holz oder Eisenblech für die Glasröhren.*

16. *Ein Feuerzeug*, wozu ich gewöhnlich Phosphor in einer Flasche gebrauche, die einen guten mit Talg bestrichenen Pfropfen von Glas oder Zinn hat.

17. *Einige cylindrische Büchsen*, welche den Vorrath der Flüsse, die am meisten gebraucht werden, enthalten, wie Phosphorsalz, Borax und Soda.

18. *Einige kleine Porcellanschälchen* von $^3/_4$ Zoll im Durchmesser und $^3/_8$ Zoll Höhe, um während des Blasens die abgeschlagenen Probestückchen darauf zu legen, und auch die schon darauf versuchten Proben, die angezeichnet werden sollen.

Alle diese einzelnen Instrumente muss man verwahren, so dass sie leicht zur Hand sind, sich leicht aufheben lassen und leicht wiedergefunden werden können, ohne viel unter ihnen zu suchen; diese Verwahrungsmethode ist ungleich zu Hause und auf Reisen. Ich will beide Arten be-

schreiben, wie sie von Gahn gebraucht worden, und von deren Anwendbarkeit und Bequemlichkeit ich eine lange Erfahrung habe.

Um die Löthrohrinstrumente zu Hause zu verwahren, hat man einen besondern Tisch. Die Form kann gleichgültig sein, aber Fig. 28 stellt die vor, wie sie Gahn gebrauchte. An den schmalern Seiten des Tisches sind zwei Schubladen, die in der Figur ausgezogen vorgestellt sind, um dabei eine angebrachte Einrichtung von einer wesentlich nützlichen Beschaffenheit zu zeigen. Jede Lade sitzt auf zwei schmalen Hölzern, die unter dem Boden der Lade befestigt und weit länger als diese sind. Diese Hölzer laufen in Rinnen aus, welche in zwei unter den Laden befestigten Ribben ausgeschnitten sind, deren innere Seite das Holz der einen Lade aufnimmt, während die Aussenseite das andere aufnimmt. Wenn die Lade so weit herausgezogen wird, dass deren hintere Wand vollkommen herauskommt, so könnte sie oft beim weitern Herausziehen herunter fallen, wenn nicht die Ribben sie in ihrer Stellung festhalten würden, und es zulassen, dass sie so weit herausgezogen werden könne, als es die Bequemlichkeit erfordert.

Es sind vorzüglich diese beiden Laden, die zur Aufnahme der Löthrohrinstrumente dienen. In der rechten liegen die wichtigsten und am meisten gebrauchten Theile. Die, welche nicht so oft gebraucht werden, verwahrt man in der linken. Um die Unordnung unter den Instrumenten zu verhindern, sind die Laden inwendig in mehrere längliche Räume getheilt, und diese Abtheilungen bestehen aus losen Kasten von verzinntem Eisenbleche, die eine grössere Reinlichkeit bezwecken, weil diese Kasten von Eisenblech herausgenommen und gescheuert werden können; was nicht statt finden kann, wenn die Lade unbewegliche Abtheilungen von Holz hat. In den andern 4 Laden an der Vorderseite des Tisches, die zum Gebrauch auch in kleine Kasten von Blech oder Pappe getheilt werden können, wird die Lampe und die Schüssel von Eisenblech gelegt, in welcher jene während des Blasens steht; ferner mehrere geschnittene Löthrohrkohlen, der Vorrath von Flüssen, Lampendochten und Stoffen, die man bei Gelegenheit untersuchen will, u. s. w., und hinten am rechten Fusse des Tisches auf der Unterseite

desselben ist ein kleiner Haken, damit an diesem während des Blasens ein Handtuch hängt, das der Arbeiter immer zur Hand hat, und es, wenn er es gebraucht hat, nur fallen lässt, ohne besondere Sorge zu tragen, dass es auf seinen Platz komme.

Auf Reisen werden die Instrumente in ein Futteral von Leder gesteckt, eben so gemacht, wie ein chirurgisches Bindzeug. Fig. 29 zeigt ein solches. Es besteht aus einem grossen Leder von 40 bis 42 Zoll Länge und 18 Zoll Breite, das der Länge nach in der Mitte 10 Zoll breit verdoppelt ist. Auf dieser Verdoppelung sind, vermittelst eines darauf genähten Leders von $6^1/_2$ Zoll Breite, 25 bis 30 breitere oder schmälere, quergehende Räume angebracht, in welche die Instrumente gelegt werden; die nicht verdoppelten Seitenstücke werden nachher darüber gelegt und mit in den Seiten sitzenden Bändern zusammengebunden, worauf das Ganze aufgerollt und mit einem am Ende sitzenden Lederriemen umwickelt wird. Die Räume werden am besten nach den Instrumenten gemacht, das grösste ist an dem Ende, das zuerst aufgerollt wird; schmalere Räume sind zwischen den grössern. Man macht sich auf's Gerathewohl verschiedene Räume im Ueberfluss für Sachen, die man oft nöthig findet zuzulegen. Dieses Bindzeug hat die Bequemlichkeit, dass, wenn es voll erscheint, man oft durch kleine Veränderungen noch halb so viel Sachen mehr hineinlegen kann, wenn es nöthig ist. Die Instrumente liegen, ohne gestossen, gerüttelt und an einander gerieben zu werden; das Futteral nimmt den möglichst kleinsten Raum ein, und kann unter andere Sachen gelegt werden, ohne sie zu beschädigen. Ich schliesse es auf Reisen in einen Sack von Leinwand ein und stelle es in eine Ecke des Wagens, wo es keinen Raum wegnimmt und immer zur Hand ist, wenn etwas gleich eine Untersuchung erfordern sollte. Wenn man einige Tage an derselben Stelle bleibt, so wird das Bindzeug aufgerollt, an einem Ende mit einem Knopfloch an einen Nagel in der Wand gehängt, so dass die Instrumente auf diese Art gleich zur Hand sind.

Nachdem ich nun das Löthrohr und die dabei gebräuchlichen Hülfsinstrumente ausführlich abgehandelt habe, komme ich zur Behandlung der Körper vor dem Löthrohr, worüber

das Hauptsächlichste zwar in dem Buche bereits angeführt worden ist, aber an zerstreuten Stellen. Die Zusammenstellung der Reactionen des Löthrohrs an einem gemeinschaftlichen Ort wird ohne Zweifel dem, welcher sich des Löthrohrs zu seinen Versuchen bedient, zur grossen Bequemlichkeit gereichen.

A. Alkalien, Erdarten und Metalloxyde.

1. Alkalien.

Die Alkalien können nicht mit völliger Gewissheit durch das Löthrohr entdeckt werden. In ihrem reinen oder kohlensauren Zustande ist der Geschmack und ein geröthetes Lackmuspapier die beste Probe. Als Salze entdeckt man sie, wenn das Salz, das geprüft werden soll, mit Soda auf Platinblech geschmolzen wird; wird keine Fällung in der geschmolzenen Masse verursacht, so ist die Basis des Salzes ein Alkali. Dabei muss jedoch bemerkt werden, dass die Salze der Baryterde und Strontianerde sich mit kohlensaurem Natron zusammenschmelzen lassen zu einer klaren Perle, die beim Erkalten milchweiss wird. Wenn eine Verbindung beide enthält, Erde und Alkali, so weiss ich keine Art, durch das Löthrohr den Alkaligehalt zu entdecken. Eben so hat man keine überzeugende Art mit dem Löthrohr zu bestimmen, ob das gefundene Alkali, Kali oder Natron ist, ausser dem Verhalten zum Kobaltoxyd. Man sehe weiter unten beim Kobaltoxyde.

Harkort hat zur Entdeckung von Kali die Beobachtung von Lampadius benutzt, dass das Nickeloxyd mit Kaliglas blau, unähnlich dem Blau von Kobaltoxyd, das Natronglas hingegen braun wird. Dies ist wirklich bis zu einem bewunderungswürdigen Grade der Fall. Man braucht blos Nickeloxyd in Borax aufzulösen, und zu dem braunen Glase etwas Salpeter, Feldspath oder einen andern kalihaltigen Stoff zu setzen, um ein bläuliches Glas zu erhalten, und zwar von sehr geringen Mengen. Die Gegenwart von Natron verhindert diese Reaction nicht. Damit diese Reaction hinreichend deutlich werde, ist es erforderlich, dass man nicht mehr Nickeloxyd anwendet, als die geringste Quantität,

welche zur Hervorrufung einer deutlichen Farben-Nuance nöthig wird, weil das, was davon mehr hinzukommt, die gewöhnlichen Farben des Nickeloxyds mit Fluss hervorbringt.

Im Salpeter soll man ein einziges Procent von einem eingemischten Natronsalze durch die Farbe entdecken können, welche die Flamme bekommt, wenn das Salz in dem Oehr eines Platindraths geschmolzen wird. Dabei ist es gewöhnlich der Fall, dass sich auf der von der Löthrohrflamme abgekehrten Seite der Kugel eine schwache Feuerflamme zeigt. Ist der Salpeter rein, oder enthält er nicht über $^1/_2$ Procent von einem Natronsalze, so ist die Farbe dieser kleinen Flamme ins Violette ziehend, aber bei einem grösseren Gehalt wird sie gelb, gleich als wäre das Salz nur ein Natronsalz.

Das Lithion unterscheidet sich von den vorhergehenden dadurch, dass, wenn es auf Platinblech geschmolzen wird, das Platin dunkelgelb anläuft, rund um die Stelle, die das Alkali bedeckt; diese Reaction wird nicht durch Lithionsalze hervorgebracht, wenn man nicht Soda zusetzt, wodurch das Lithion ausgeschieden wird und auf Platin wirkt. Aber diese Reaction ist sehr unsicher, denn ungeachtet sie sich auf eine ausgezeichnete Art zeigt, wenn Lithion zugegen ist, so kann sie doch von Körpern hervorgebracht werden, die kein Lithion enthalten, wenn sie mit Soda erhitzt werden, und selbst die Soda allein bringt zuweilen rund um sich herum ein Anlaufen auf dem Platin hervor. Dies geschieht nicht mit Kali, das dagegen den Nachtheil hat, dass wenn es im Ueberschuss zugesetzt wird, es diese Reaction zerstört, wenn auch Lithion gegenwärtig ist. Diese auf dem Platin hervorgebrachte Reaction verschwindet, wenn die Stelle mit Wasser gewaschen und das Metall geglüht wird, aber es hat seine Politur verloren und glänzt matt, was besonders beim Glühen zu erkennen ist.

Chr. G. Gmelin hat bemerkt, dass Lithion und dessen Verbindungen eine rothe Kante der Löthrohrflamme, von der Berührungsstelle der Probe an und gegen die Spitze, geben, wenn darauf geblasen wird. Turner hat gezeigt, dass bei den Lithionsilicaten diese Reaction hervorgebracht werden kann, wenn ein Theil fein geriebener Flussspath mit $1^1/_2$ Theilen schwefelsaurem Ammoniak oder saurem schwefel-

schwefelsauren Kali gemengt und die Probe damit geschmolzen wird. Wenn das Ammoniaksalz angewandt wird, so ist die Flamme im Anfange grünlich und nachher roth. Wenn das Kalisalz angewandt wird, und die Probe nicht Lithion enthält, so wird die Flamme schwach violett; enthält dieselbe aber Lithion, so ist die Flamme roth.

Es ist selten, dass Ammoniak durch das Löthrohr geprüft wird. Man braucht gewöhnlich nur den Stoff, der geprüft werden soll, mit Soda zu mischen, wo dann der Geruch das Ammoniak zu erkennen gibt, oder man kann die Mischung in einen kleinen Glaskolben legen und sie gelinde erwärmen, so sublimirt sich kohlensaures Ammoniak. Eben so kann man die Probe in einer an einem Ende zugeblasenen Glasröhre erhitzen, in welche man ein befeuchtetes, schwach geröthetes Lackmuspapier gesteckt hat.

2. Baryterde.

Für sich schmilzt sie nicht, wenn sie nicht etwas Wasser aufgenommen hat, das durch die Flamme gebildet worden ist. Das *Hydrat* schmilzt, kocht und schwellt an, gesteht endlich auf der Oberfläche und zieht sich dann mit einem heftigen Kochen in die Kohle, wo es sogleich wasserfrei wird und eine erhärtete Masse bildet. *Kohlensaurer Baryt* schmilzt ganz leicht zu einem klaren Glase, das unter der Abkühlung emailweiss wird. Auf Kohle kommt er endlich in ein heftiges Kochen, spritzt um sich, wird kausticirt und von der Kohle eingesogen, mit derselben Erscheinung wie das Hydrat. Mit den folgenden Flüssen verhalten sich beide gerade wie die reine Erde.

Von *Borax* wird sie unter heftigem Brausen zu einem klaren Glase aufgelöst. Ein grösserer Zusatz gibt ein klares Glas, das unter der Abkühlung am Boden einen warzenförmigen Auswuchs von einem milchweissen Stoffe bekommt. Ein noch grösserer Zusatz gibt ein klares Glas, das vom Boden an milchicht und endlich ganz emailweiss wird. Das Glas, das nicht unklar bei der Abkühlung wird, kann unklar geflattert werden.

Vom *Phosphorsalze* wird sie leicht und mit heftigem Brausen aufgelöst, wobei die Kugel schäumt und anschwellt, und endlich zu einem klaren Glase zusammenfällt. Von

grösserem Zusatze bekommt man ein klares Glas, das durch die Abkühlung fleckenweis milchweiss wird, und mit einem noch grösseren ein Glas, das unter der Abkühlung emailweiss wird. Mit *Soda* schmilzt sie zusammen und wird von der Kohle eingesogen.

Mit *salpetersaurem Kobalt* schmilzt sie zu einer Kugel zusammen, die, so lange sie noch heiss ist, nach der ungleichen Menge von Kobaltoxyd braunroth, ziegelroth oder rostgelb ist, und die nach der Abkühlung ihre Farbe verliert. Durch eine neue Aufwärmung kommt die Farbe nicht wieder, ehe sie nicht umgeschmolzen wird. Sie fällt in der Luft schnell zu einem lichtgrauen Pulver zusammen.

3. Strontianerde.

Für sich. Das Hydrat gleicht dem der Baryterde. Die kohlensaure Strontianerde schmilzt bei einer gewissen nicht zu hohen Temperatur, aber blos an den äussersten Kanten, und beginnt schnell in blumenkohlartige Verzweigungen aufzuschwellen, die ein glänzendes Licht geben, und die, wenn sie stark im Reductionsfeuer angeblasen werden, der Flamme einen schwach röthlichen Schein geben, der aber beim Tageslichte schwer zu bemerken ist. Die Verzweigungen schmecken und reagiren alkalisch.

Mit *Borax* und *Phosphorsalz* verhält sie sich wie Baryterde.

Von *Soda* wird die kaustische Strontianerde nicht aufgelöst. Kohlensaure Strontianerde, gemengt mit einem gleichen Volumen Soda, schmilzt zu einem klaren Glase, das bei der Abkühlung milchweis wird. Im stärkeren Feuer kommt die Masse zum Kochen, wird kausticirt und geht in die Kohle. Ein grösserer Zusatz von kohlensaurer Strontianerde wird nicht gelöst, wird aber bei stärkerem Feuer kausticirt und geht in die Kohle.

Mit *Kobaltsolution* gibt sie eine schwarze oder schwarzgraue Farbe, und schmilzt nicht wie die Baryterde.

4. Kalkerde.

Für sich. Kaustische Kalkerde schmilzt und verändert sich nicht. Kohlensaure Kalkerde wird leicht kaustisch, sieht

dann weisser aus und leuchtet stärker im Feuer, reagirt und schmeckt dann alkalisch, und zerfällt zu einem Pulver, wenn sie befeuchtet wird.

Vom *Borax* wird sie leicht zu einem klaren Glase aufgelöst, das geflattert unklar wird. Die kohlensaure Kalkerde löst sich mit Brausen. Ein grösserer Zusatz von Kalk giebt ein klares Glas, das bei der Abkühlung krystallisirt und kantig wird, obgleich es nicht so bestimmte Facetten giebt, wie z. B. das phosphorsaure Bleioxyd. Das Glas wird aber niemals so milchweiss, wie von Baryt oder Strontianerde.

Vom *Phosphorsalze* wird sie in grosser Menge aufgelöst, die kohlensaure mit Brausen, zu einem klaren Glase, das beim Abkühlen klar bleibt. Setzt man mehr kohlensauren Kalk in Stücken zu, so wird deren Kohlensäure ausgejagt und die Stückchen verwandeln sich mit Beibehaltung ihrer Form in phosphorsauren Kalk. Nach langem Blasen fängt dieser auch an, sich aufzulösen, und bei der Abkühlung schiessen innerhalb des Glases feine nadelförmige Krystalle auf dem Unaufgelösten an. Ist das Glas vollkommen gesättigt, so wird es während der Abkühlung ganz milchweiss.

Von *Soda* wird der Kalk nicht besonders aufgelöst, weder der kaustische noch der kohlensaure. Die Soda geht in die Kohle und lässt eine halbrunde Kalkmasse zurück. Dadurch kann auch ein Gehalt an Kalkerde in der kohlensauren Baryt- oder Strontianerde entdeckt werden, wenn man die Probe mit einer hinreichenden Menge von kohlensaurem Natron schmilzt. Auf Platinblech oder in dem Oehr eines Platindrathes bleibt die Kalkerde ungeschmolzen, schwimmend in dem Geschmolzenen, und auf Kohle saugt sich das Geschmolzene in dieselbe mit Zurücklassung der Kalkerde.

Mit *Kobaltsolution* giebt die Kalkerde eine schwarze oder dunkelgraue ungeschmolzene Masse.

5. Talkerde.

Für sich verändert sie sich nicht.

Mit *Borax* verhält sie sich wie Kalkerde, wird aber nicht so stark krystallinisch.

Vom *Phosphorsalze* wird sie leicht zu einem klaren

Glase aufgelöst, das, wenn es mit Talkerde gesättigt ist, milchweiss während der Abkühlung wird. Das unvollkommen gesättigte Glas wird durch Flattern milchweiss.

Von *Soda* wird sie nicht angegriffen.

Mit *Kobaltsolution* giebt sie nach langem Blasen eine schöne fleischrothe Farbe, die keine starke Intensität hat und nicht eher richtig gesehen werden kann, als bis die Probe vollkommen kalt geworden ist.

6. Thonerde.

Für sich unveränderlich.

Vom *Borax* wird sie langsam zu einem klaren Glase aufgelöst, das weder durch die Abkühlung, noch durch Flattern in der äussern Flamme unklar wird. Wenn viel und in feinem Pulver zugesetzt wird, so bekommt man ein unklares Glas, dessen Oberfläche bei der Abkühlung krystallinisch wird, und das kaum mehr schmilzt. Dies Glas ist sowohl kalt als heiss unklar, und wenn das Glas im Flusse klar ist, so bleibt es auch in der Abkühlung klar.

Vom *Phosphorsalze* wird sie eben so zu einem klaren Glase aufgelöst, das bei keinem Sättigungsgrade undurchsichtig wird. Setzt man zu viel hinzu, so wird das Ungelöste halbdurchsichtig. Das gesättigte Phosphorsalz mit dem gesättigten Boraxglase vermischt, bleibt klar *).

Mit *Soda* schwellt sie ein wenig, gibt eine ungeschmolzene Verbindung, und der Ueberschuss der Soda geht in die Kohle.

Mit Kobaltsolution gibt sie nach starkem Blasen eine schöne blaue Farbe, die von einem grösseren Zusatz Kobaltsolution tiefer wird, aber gleich schön blau ist. Sie erscheint nur beim Tageslicht und wenn die Probe kalt geworden ist, richtig blau.

7. Beryllerde.

Für sich unveränderlich.

Vom *Borax* und vom *Phosphorsalze* wird sie in grosser

---

*) Das Glas, das durch Flattern milchweiss wird, wird auch unklar, wenn das Phosphorsalzglas mit dem Boraxglase zusammengeschmolzen wird.

Menge zu einem klaren Glase aufgelöst, das durch Flattern milchweiss wird. Von einem noch grösseren Zusatz wird es während der Abkühlung von selbst milchweiss.

Von *Soda* wird sie nicht angegriffen.

Mit *Kobaltsolution* gibt sie eine dunkelgraue oder schwarze Masse.

8. Yttererde.

Verhält sich wie Beryllerde.

9. Zirkonerde.

Für sich, wie sie durch's Glühen von schwefelsaurer Zirkonerde bereitet worden, leuchtet sie stärker als irgend ein anderer Körper; das ganze Zimmer wird erleuchtet, und der Schein ist selbst beim Tageslicht so blendend, dass ihn die Augen kaum aushalten können. Sie ist übrigens ganz unschmelzbar. Klaproth gibt an, dass die Zirkonerde vor dem Löthrohr zusammensintert, aber in diesem Falle war sie nicht rein.

Zu *Borax*, *Phosphorsalz* und *Soda* verhält sie sich wie Beryllerde, aber mit dem Unterschiede, dass sie sich träger im Phosphorsalze löst und schneller ein unklares Glas damit gibt.

10. Thorerde.

Für sich auf Kohle ist diese Erde unschmelzbar und verändert ihr Ansehen nicht.

Von *Borax* wird sie sehr träge aufgelöst, das Glas ist klar, farblos und wird durch Flattern nicht unklar. Durch Sättigung kommt es aber auf einen Punkt, wo es während des Erkaltens von selbst milchig wird.

Von *Phosphorsalz* wird sie auch sehr träge aufgenommen.

Von *Soda* wird sie gar nicht angegriffen.

11. Kieselsäure.

Für sich unveränderlich *).

---

*) H. de Saussure gibt an, dass er mit der Flamme eines dicken Wachslichts, worauf mit einem Doppelbalge von 62 Quadratzoll

Vom *Borax* wird sie sehr träge aufgelöst und gibt ein klares schwer schmelzbares Glas, das geflattert nicht unklar wird.

Vom *Phosphorsalz* wird sie in ganz geringer Menge aufgelöst. Das Glas bleibt bei der Abkühlung klar. Das Ungelöste wird halbdurchsichtig.

Von *Soda* wird sie unter starkem Brausen zu einem klaren Glase aufgelöst.

Mit *Kobaltsolution* gibt sie bei einem gewissen Zusatze eine schwach bläuliche Farbe, die durch einen grösseren Zusatz von Kobalt schwarz oder dunkelgrau wird, wodurch sie sich von thonerdehaltigen Stoffen bestimmt unterscheidet. Gibt man ein heftiges Feuer auf eine dünne Kante von der Probe, so schmilzt diese mit dem Kobaltoxyde zu einem blauen Glase, und der Rand zunächst um das geschmolzene bleibt auch blau, aber dies Blau zieht sich in's Rothe und ist nicht schön.

Ich verweise übrigens hinsichtlich der Kieselerde auf den Artikel Silicate im Folgenden.

12. Die Säuren des Arseniks.

Arseniksäure, auf Kohle erhitzt, gibt einen Arsenikgeruch. Im Kolben sehr stark geglüht, gibt sie sublimirte arsenige Säure, und Sauerstoffgas entweicht.

Arsenige Säure sublimirt sich im Kolben oder in einer Röhre sehr leicht. Die Krystalle, mit einem Mikroskop besehen, sind gewöhnlich reguläre Octaëder.

Wenn eine Glasröhre ausgezogen wird, so dass ihr Durchmesser nicht grösser ist als eine Stricknadel, und die

---

Oberfläche geblasen wurde, Kieselerde (Bergkrystall) auf einem Drathe von Disthène zu einer Kugel von 0,014 Linie im Durchmesser geschmolzen habe. Ich konnte auf Kohle oder in der Zange nicht die dünnste Kante von Kieselerde zu irgend einem Zeichen von Schmelzung bringen, und fürchte, dass in Saussure's Versuchen theils die Unterlage auf die Probe gewirkt habe, theils auch die Luft von einem Balge, die reiner als die der Lungen ist, beigetragen habe, ein Resultat zu geben, das man auf gewöhnliche Art mit dem Löthrohr nicht erhalten kann.

feine Röhre am Ende zugeschmolzen und etwas arsenige Säure hier hinein gethan wird, so kann daraus das Arsenik reducirt erhalten werden, wenn man von der Löthrohrkohle einen feinen Splitter ablöst, der in die Röhre bis nahe auf den Boden hineingeschoben wird. Man erhitzt die Stelle der Röhre, wo die Kohle liegt, bis dieselbe glüht, was am besten durch die Flamme einer Spirituslampe geschieht, und führt dann auch das Ende der Röhre, wo die arsenige Säure liegt, in die Flamme, wobei die Säure gasförmig bei der glühenden Kohle vorbei kommt, reducirt wird, und vorn in der kalten Röhre condensirtes metallisches Arsenik gibt. Es ist besser, sich eines zusammenhängenden langen Splitters von Kohle zu bedienen, als Kohlenpulver zu gebrauchen, weil dies sich immer in der Röhre aufschiebt. Wenn die Menge des Arseniks geringe ist, so wird die Röhre in einiger Entfernung von der Stelle, wo die Flamme gewirkt hat, nur schwarz. Man führt dann vorsichtig die Röhre nahe der schwarzen Stelle in die Flamme, und treibt das Sublimirte zu einem schmalen Ringe zusammen, der nun metallisch glänzend wird. Man schneidet dann die Röhre an beiden Seiten vom Ringe ab, fasst dieses Stück mit einer Zange, und erhitzt es in der Flamme der Lampe, während man die Nase in einiger Entfernung darüber hält. Man erkennt dann das Arsenik am Geruch, und vermeidet dadurch eine Verwechselung mit Tellur, Antimon, Quecksilber und Cadmium. Nur wenige Proben können bei so kleinen Quantitäten so entscheidend sein, wie diese. Jedes Körnchen arseniger Säure, dessen Volum nur so gross zu sein braucht, um von der Stelle, wo es liegt, an den Boden der Röhre gebracht werden zu können, ist hinreichend, um ein Resultat zu geben. Es versteht sich, dass je kleiner das Arsenikkörnchen ist, desto feiner auch die Röhre ausgezogen werden muss.

Will man sich von dem Arsenikgeruch der arsenigen Säure auf der Kohle überzeugen, so muss diese zuerst mit etwas Soda gemengt, und dann darauf geblasen werden, weil die arsenige Säure allein oft sich verflüchtigt, ehe etwas davon reducirt wird, und der Dampf der arsenigen Säure keinen Arsenikgeruch hat. Man sehe weiter unten bei den Arsenikmetallen und Schwefelarsenik.

13. Vanadinsäure.

Für sich auf der Kohle schmilzt sie, wird beim Glühen zu Suboxyd reducirt, indem ein Theil von der Säure in die Kohle eindringt und das Reducirte auf der Oberfläche zurückgehalten wird. Dieses ähnelt im Ansehen dem Graphit.

Auf Platinblech schmilzt sie zu einem tief gelbrothen Liquidum und wird beim Erstarren krystallinisch.

Von *Borax* und *Phosphorsalz* wird sie auf Platina leicht aufgelöst. Das Glas ist gelb in der Oxydationsflamme, in der Reductionsflamme aber, besonders auf Kohle, schön grün wie von Chromoxyd. Wenn die Perle stark gefärbt ist, so hat sie noch warm eine braune Farbe, und das Grün wird nur nach dem völligen Erkalten recht schön. Von Chromoxyd unterscheidet sich die Vanadinsäure hauptsächlich dadurch, dass das Glas auf Platina in der Oxydationsflamme gelb wird, was bei jenem nie der Fall ist.

Von *Soda* wird sie aufgelöst, und zieht sich in die Kohle.

Man bekommt durch Pulverisiren und Schlämmen nichts Metallisches.

14. Molybdänsäure.

Für sich. In einer geneigten Röhre schmilzt sie und raucht. Der Rauch condensirt sich theils am Glase als weisses Pulver, theils als glänzende, schwach gelbliche Krystalle unmittelbar über der schmelzenden Masse. Auf Platinblech schmilzt sie und raucht. Das Geschmolzene hat eine braune Farbe, wird aber bei der Abkühlung blass gelblich und krystallinisch. Im Reductionsfeuer wird sie blau und im stärkeren Feuer braun. Auf Kohle schmilzt sie, wird von der Kohle eingesogen; ein Theil des Metalles wird reducirt, wenn das Feuer gut ist, und kann hernach durch Pulverisirung der Kohle und Abschlämmung in Form eines grauen metallischen Pulvers erhalten werden. Gibt man ein rasches und starkes Reductionsfeuer, bevor sich die Säure in die Kohle ziehen konnte, so erhält man einen kupferrothen Fleck auf der Stelle, wo sie eingesogen wird, der aus Molybdänoxyd besteht und oft Metallglanz besitzt.

Von *Borax* wird sie auf Platindrath und in der äussern

Flamme zu einem klaren farblosen Glase aufgelöst. Auf Kohle und im Reductionsfeuer wird das Glas schmutzigbraun, durchsichtig, nicht unähnlich dem, das durch eine Mischung von Eisenoxyd und Eisenoxydul erhalten wird. Setzt man mehr Molybdänsäure hinzu, so verliert das Glas im Reductionsfeuer ganz seine Durchsichtigkeit, und man sieht darin eine Menge brauner Flocken von Molybdänoxyd, dem Ansehn nach umgeben von einem klaren, etwas bräunlichen Glase.

Vom *Phosphorsalze* wird sie auf Platindrath in der äusseren Flamme zu einem klaren Glase aufgelöst, das, so lange es heiss ist, in's Grüne sich zieht, aber bei der Abkühlung farblos wird. Im Reductionsfeuer wird das Glas dunkel und undurchsichtig, sieht schwarz oder dunkelblau aus, aber wird bei der Abkühlung klar und schön grün, beinahe wie Chromoxyd. Auf Kohle zeigt sich diese Farbennüance vorzüglich bei einem grösseren Zusatz von Molybdänsäure, sowohl in der äusseren als inneren Flamme. Auf Platindrath kann das grüne Glas in der äusseren Flamme oxydirt werden, und wird dann wieder durchsichtig in der Schmelzungshitze. Aus Phosphorsalz kann kein braunes Molybdänoxyd durch Reductionsfeuer ausgefällt werden. Selbst durch Zinn wird die Farbe des grünen reducirten Glases nicht verändert, aber man sieht, dass das Zinn innerhalb des Glases anschwellt und bis zu einem gewissen Grade molybdänhaltig wird.

Mit *Soda* auf Platindrath schmilzt die Molybdänsäure mit Brausen zu einem klaren Glase, das bei der Abkühlung milchweiss wird. Wenn das Glas wenig Molybdänsäure enthält und im Reductionsfeuer erhitzt wird, so bekommt es ungefähr dieselbe Farbe, wie das Boraxglas unter denselben Umständen, aber wird bei der Abkühlung unklar. Ist es hingegen mit Molybdänsäure übersättigt, und wird gutes Reductionsfeuer gegeben, so wird das Molybdän theils zu Oxyd, theils zu Metall reducirt, und wenn die Salzmasse in Wasser aufgelöst wird, so bleibt ein graubrauner, schwerer Stoff zurück, der unter dem Polirstahl Metallglanz und eine eisengraue Farbe annimmt.

Mit Soda auf Kohle wird die zusammengeschmolzene Masse eingesogen, und wenn nachher die Masse im Mörser

mit Wasser behandelt wird, so bekommt man sehr viel reducirtes Molybdän als ein stahlgraues Metallpulver. Wenn man auf die Stelle, wo die Masse in die Kohle gegangen ist, eine neue Portion Molybdänsäure mit einer sehr geringen Menge Soda legt, und ein gutes Reductionsfeuer gibt, so geht das zuletzt zugesetzte nicht mehr in die Kohle, und man bekommt ein Korn, das aus reducirtem Molybdän, gemengt mit molybdänsaurem Natron, besteht, von dem man bloss das Salz abzuscheiden braucht, um das Molybdänmetall allein zu bekommen. Das Molybdän gehört daher, ganz gegen die bisher angenommene Meinung, zu den leicht reducirbaren Metallen, obgleich es sich nicht zusammenschmelzen lässt.

15. Wolframsäure.

Für sich wird sie im Reductionsfeuer schwarz, aber schmilzt nicht.

Vom *Borax* wird sie auf Platindrath leicht in der äussern Flamme zu einem klaren, farblosen Glase aufgelöst, das geflattert nicht unklar wird. Im Reductionsfeuer wird das Glas von einem geringen Zusatze gelblich, und diese Farbe nimmt bei der Abkühlung zu, so dass es, wenn es kalt geworden, gelb ist. Setzt man mehr hinzu, so wird das Glas dunkelgelb und bei der Abkühlung klar blutroth. Auf Kohle wird diese Reaction auch mit einer geringen Menge Wolframsäure hervorgebracht. Wird Zinn hinzugesetzt, so wird das Glas während der Abkühlung wilchweiss.

Vom *Phosphorsalze* wird die Wolframsäure in der äussern Flamme zu einem farblosen oder gelblichen Glase aufgelöst. Im Reductionsfeuer wird das Glas schön und rein blau, schöner als das von Kobalt. Enthält die Säure Eisen, so bekommt das Glas eine ganz andere Farbe im Reductionsfeuer; es wird blutroth, sehr ähnlich dem reducirten Boraxglase. Ein Zusatz von Zinn schafft die Reaction des Eisens fort, und das Glas bekommt eine grüne oder manchmal eine blaue Farbe; es muss dann aber nicht sehr concentrirt sein. Durch einen grössern Zusatz vom Flusse kann diesem abgeholfen werden.

Von *Soda* wird die Wolframsäure auf Platindrath zu einem klaren, dunkelgelben Glase aufgelöst, das unter der

Abkühlung krystallisirt und undurchsichtig weiss oder gelblich wird. Dieses Glas bleibt auch auf der Kohle ziemlich gut eine Perle. Im Reductionsfeuer bekommt es eine dunklere Farbe, so lange es noch heiss ist; aber das gestandene Glas wird wiederum weiss.

Wenn Wolframsäure auf Kohle mit einer ganz geringen Menge Soda im Reductionsfeuer behandelt wird, so bekommt man eine stahlgraue metallische Schlacke. Wird diese im Mörser auf die gewöhnliche Art behandelt, so bekommt man eine grosse Menge metallischen Wolframs, in Form eines stahlgrauen Pulvers, das vollkommenen Metallglanz an den Stellen, wo es von dem Pistill gedrückt worden ist, hat. Wird Wolframsäure mit so vielem Natron zusammengeschmolzen, dass sie in die Kohle eingesogen wird, und auf die Masse mit gutem Feuer geblasen, so bekommt man eine kleine Menge metallischer Flitterchen, die bald goldgelb, bald tombackbraun sind. Diese sind die von Wöhler entdeckte Verbindung von wolframsaurem Wolframoxyd-Natron.

16. Chromoxyd.

Für sich unveränderlich.

In *Borax* wird es träge aufgelöst, und färbt ihn, auch in geringer Quantität, mit einer schönen smaragdgrünen Farbe, die sich besonders zeigt, wenn das Glas kalt geworden ist. Auf Platindrath kann die grüne Farbe zum grössten Theil in der äussern Flamme fortgeblasen werden. Das Glas wird dann gelbbraun, so lange es heiss ist, und bekommt unter der Abkühlung bloss eine Neigung in's Grüne.

Vom *Phosphorsalze* wird es sowohl in der äussern als innern Flamme mit einer grünen Farbe aufgelöst, die tief ist, wenn des Aufgelösten viel ist. Wenn das Glas mit mehr Chromoxyd gemengt wird, als es auflösen kann, und wird stark erwärmt, so bekommt es die sonderbare Eigenschaft, im Gerinnungsaugenblicke mehr oder minder sich aufzublähen und sich in eine schaumige Masse, durch irgend eine Gasentwickelung, die dann statt findet, zu verwandeln. Wenn das Glas von neuem geschmolzen wird, so fällt der Schaum zusammen, aber kommt wieder beim Erstarren. Dies geschieht sowohl bei dem Daraufblasen in der innern als äussern Flamme, auf Kohle und auf Platindrath. Ich kann

keine Ursache davon finden. Es geschieht nicht, wenn das Glas klar ist.

Von *Soda* wird das Chromoxyd auf Pladindrath in der äussern Flamme zu einem dunkel braungelben Glase aufgelöst, das bei der Abkühlung undurchsichtig und gelb wird. Im Reductionsfeuer wird das Glas undurchsichtig und nach der Abkühlung grün. Von Kohle wird es absorbirt, aber ich habe keine Spur von reducirtem Metalle entdecken können.

17. Antimon und seine Oxyde.

Das *Antimonmetall* schmilzt leicht auf Kohle. Bis zum Glühen erhitzt, fährt es lange fort, ohne dass man darauf bläst, zu glühen und entwickelt einen aufsteigenden dicken weissen Rauch. Nach und nach krystallisirt der Rauch und bildet um die brennende Metallkugel ein Netzwerk von kleinen perlmutterglänzenden Krystallen, die endlich in einem kleinen Abstande sie ganz bedecken; beim Feuerlicht sieht man das Metall noch einige Augenblicke darinnen glühen, nachdem es ganz davon umschlossen worden ist. Dieses Netzwerk besteht aus krystallisirtem Antimonoxyd und schmilzt wenn die Flamme darauf gerichtet wird. Das Antimonmetall für sich selbst im Glaskolben erhitzt, verfliegt nicht bei der Temperatur, die Glas schmilzt. In einer offenen Glasröhre bis zum Glühen erhitzt, brennt es langsam mit einem weissen Rauche, der sich an das Glas legt und einige Spuren von Krystallisation zeigt. Dieser Rauch ist blos Oxyd und kann durch die Hitze von einer Stelle des Glases zur andern gejagt werden, ohne das Mindeste zurückzulassen. Blos wenn das Antimon mit Schwefel verbunden ist, bildet sich ausser dem Antimonoxyd eine Portion antimoniger Säure, die daran erkannt werden kann, dass wenn das Oxyd durch die Hitze fortgejagt worden ist, die antimonige Säure als ein weisser Ueberzug übrig bleibt.

Antimonoxyd schmilzt leicht und wird als ein weisser Rauch sublimirt. Wird das Antimonoxyd durch Fällung, Waschen und Trocknen erhalten, so trifft es sich oft leicht, dass, ehe es anfängt zu schmelzen, es sich entzündet, wie Zunder fortglimmt, unschmelzbar wird und sich in antimonige Säure verwandelt. Auf Kohle wird es zu Antimon-

metall reducirt und gibt der Flamme dabei eine grünliche Farbe.

Die *antimonige Säure* schmilzt nicht, leuchtet stark, vermindert sich in der innern Flamme, wobei die Kohle rund umher mit einem weissen Rauche beschlagen wird, aber sie reducirt sich auf diese Art nicht wie das Oxyd.

Die *Antimonsäure* wird nach der ersten Wirkung der Hitze weiss und verwandelt sich in antimonige Säure. Wasserhaltige Antimonsäure hingegen wird von weiss anfangs gelb, wobei sie Wasser abgibt, und nachher beim Glühen wieder weiss, wobei sie Sauerstoff abgibt.

Alle diese Oxydationsgrade verhalten sich zu den Flüssen gleich.

Borax löst die antimonige Säure in grosser Menge auf, ohne dabei unklar zu werden. Das Glas leuchtet gelblich, wenn es warm ist, aber sehr wenig nach der Abkühlung. Wenn es gesättigt ist, so fängt ein Theil des Antimons in Metallform zu verfliegen an und beschlägt die Kohle rund umher; und wenn das Glas im Reductionsfeuer stark erhitzt wird, so wird es unklar und graulich von reducirten Metallpartikeln.

Phosphorsalz löst sie su einem klaren farblosen Glase auf. Auf Platindraht kann das Glas im Oxydationsfeuer schwach gelblich werden, aber die Farbe schwindet bei der Abkühlung. Wenn das Glas zugleich Eisen enthält, so bringt es im Reductionsfeuer dieselbe rothe Farbe hervor, wie eisenhaltige Wolframsäure und eisenhaltige Titansäure. Durch gutes Blasen wird das Antimon reducirt und verfliegt, und die Farbe verschwindet. Dieses geschieht auch durch einen Zusatz von Zinn.

Von *Soda* wird sie auf Platindrath zu einem klaren farblosen Glase aufgelöst, das bei der Abkühlung weiss wird. Auf Kohle wird das Antimon reducirt.

Für medicinische und pharmaceutische Zwecke ist es oft nöthig, das Antimonoxyd auf arsenige Säure zu prüfen. Bei Behandlung des Antimonoxyds auf der Kohle mit Soda zeigt sich dann der Arsenikgeruch, wenn das Oxyd nur $^1/_2$ Procent arseniger Säure enthält. Das Antimon gibt wohl auch einen Geruch, aber dieser ist schwach und hat mit dem des Arseniks nicht die entfernteste Aehnlichkeit. Wenn

der Arsenikgehalt in dem Antimonoxyd sehr gering ist, so lässt er sich nicht mit Sicherheit durch den Geruch entdecken, man findet ihn aber dann leicht, nach Göbels Versuchen, vermittelst des ameisensauren Natrons. Man mengt das Oxyd mit dem Salze und erhitzt das Gemenge in einer unten zugeblasenen Röhre, bis alles klar fliesst. Es bildet sich Antimonoxydnatron, welches fliesst, das Arsenik aber mit einer geringen Menge Antimon wird reducirt und sublimirt sich. Man schneidet dann die Röhre dicht über dem Sublimat ab, so dass dieses noch in dem unten zugeschmolzenen Theil sitzen bleibt, erhitzt das Sublimat über der Lampe, indem man daran riecht und bemerkt sehr deutlich den Arsenikgeruch, im Fall Arsenik darin enthalten war. Schneidet man die Röhre so ab, dass das Sublimat in der an beiden Enden offnen Röhre sitzt, so verbrennt es leicht beim Erhitzen so schnell, dass kein Geruch mehr wahrgenommen wird.

18. Tellursäure und tellurige Säure.

Die Tellursäure, in einer unten zugeschmolzenen Röhre gelinde erhitzt, verliert Wasser und wird dunkelgelb. Stärker erhitzt, wird sie milchweiss und in tellurige Säure verwandelt. Ein glimmender Spahn in die Röhre hineingehalten, zeigt Sauerstoffentbindung an. Wird die Röhre bis zum anfangenden Glühen erhitzt, so schmilzt die tellurige Säure zu einem gelben Liquidum, welches beim Erstarren farblos, krystallinisch und undurchsichtig wird. Kleine Tröpfchen davon bleiben gewöhnlich durchsichtig wie Glas.

Für sich: auf Platindrath schmilzt die tellurige Säure und raucht; auch auf Kohle findet ein Schmelzen statt, und die Reduction geschieht unter Brausen. Das reducirte Metall kann leicht mit Wismuth und Antimon verwechselt werden. Ich werde beim Wismuth davon reden, wie es sich davon unterscheiden lässt.

Mit *Borax und Phosphorglas* gibt sie auf Platindrath ein klares farbloses Glas, das auf der Kohle grau und unklar wird von reducirtem, fein zertheiltem Metalle.

Mit *Soda* gibt die tellurige Säure auf Platindrath ein klares farbloses Glas, das bei der Abkühlung weiss wird. Auf Kohle wird sie reducirt und bildet Tellurnatrium, welches

sich in die Kohle hineinzieht. Mengt man tellurige Säure, Soda und fein geschabte Kohle und erhitzt das Gemenge in einer unten verschlossenen Röhre zum starken Glühen, am liebsten bis zum Schmelzen und lässt dann einige Tropfen, so eben aufgekochten Wassers, in die Röhre fallen, so färbt sich dieses nach einer Weile schön purpurroth, indem es Tellurnatrium anzeigt.

19. Tantalsäure.

Für sich wird sie blassgelb, ohne zu schmelzen, beim Erkalten wieder weiss.

Vom *Borax* wird sie zu einem klaren farblosen Glase aufgelöst, das geflattert unklar werden kann, und das bei einem grössern Zusatze während der Abkühlung emailweiss wird.

Vom *Phosphorsalze* wird sie leicht und in grosser Menge zu einem farblosen Glase aufgelöst, das bei der Abkühlung nicht unklar wird.

Mit *Soda* verbindet sie sich mit Brausen, aber schmilzt nicht und reducirt sich nicht.

Da die Tantalsäure in ihrem Verhalten sehr den eigentlichen Erdarten gleicht, so kann sie bei Löthrohrversuchen leicht mit ihnen verwechselt werden. Die Tantalsäure wird indessen doch dadurch erkannt, dass ihre Verbindung mit Phosphorsalz nicht unklar bei der Abkühlung wird, auch wenn man Tantalsäure im Ueberschuss hinzusetzt, was hingegen bei der Beryllerde, Yttererde und Zirkonerde eintrifft. Wenn ein grosser Ueberschuss von Tantalsäure dem Phosphorsalze zugesetzt wird, so vertheilt sie sich unter die Masse des Glases; dieses wird dann beim Schmelzen undurchsichtig, aber das Ungelöste wird nicht milchweiss, sondern halbdurchsichtig wie Kieselerde, von welcher es sich gleichwohl durch sein Verhalten zu Soda unterscheidet. Von der Thonerde unterscheidet sie sich durch ihr Verhalten zum Borax und zur Kobaltauflösung, die mit Tantalsäure nicht blau wird.

20. Titansäure.

Für sich wie Tantalsäure.

Vom *Borax* wird sie auf Platindrath leicht zu einem farblosen Glase aufgelöst, das geflattert milchweiss wird.

Durch einen grössern Zusatz wird sie von selbst weiss bei der Abkühlung. Wird das Glas im Reductionsfeuer behandelt, so wird es von einem geringen Zusatze erst gelb, und nachher, wenn die Reduction vollständig ist, bekommt das Glas eine dunkle Amethystfarbe, die besonders bei der Abkühlung zum Vorschein kommt. Das Glas ist durchsichtig und nicht unähnlich dem, das durch Manganoxyd im Oxydationsfeuer hervorgebracht wird, aber geht etwas mehr in's Blaue. Setzt man noch mehr Titansäure hinzu, und wird das Glas auf Kohle mit gutem Reductionsfeuer behandelt, so wird es dunkelgelb, und beim Kaltwerden nimmt es eine so dunkelblaue Farbe an, dass es schwarz und undurchsichtig aussieht. Wird es nachher mit Flattern erhitzt, so wird es lichtblau, aber undurchsichtig und emailähnlich. Die Farbe ist mehr oder minder schön blau und in verschiedenen Versuchen von ungleicher Nüance. Die Ursache davon ist, dass das Glas sowohl Titansäure als Titanoxyd enthält; das letztere macht das Glas dunkelblau, und die erste, die nicht zu dieser Farbe beiträgt, macht es durch Flattern emailweiss, und wenn das Weisse mit dem Dunkelblauen gemengt wird, so erhält man ein Hellblau, dessen Grad von Hellblau ganz und gar auf den relativen Quantitäten von Oxyd und Säure im Glase beruht, so dass, wenn sehr wenig Säure darin ist, es schwarz, und wenn sich sehr wenig Oxyd darin findet, es weiss von der flatternden Flamme wird.

Vom *Phosphorsalze* wird sie in der äussern Flamme zu einem klaren farblosen Glase aufgelöst. Im Reductionsfeuer gibt sie ein Glas, das gelblich aussieht, so lange es heiss ist, aber das bei der Abkühlung sich röthet und eine schöne blauviolette Farbe bekommt. Durch zu viel Titansäure wird die Farbe so tief, dass das Glas undurchsichtig wird, aber es wird dabei nicht emailähnlich. Die Farbe kann in der äussern Flamme fortgeblasen werden. Die Reduction geschieht besser auf Kohle, als auf Platindrath, aber erfordert auch auf der Kohle ein anhaltendes Feuer, besonders wenn man titanhaltige Fossilien, wie z. B. Sphen, prüft. Ein Zusatz von Zinn erleichtert und beschleunigt die Reduction sehr bedeutend.

Wenn die Titansäure Eisen enthält, oder wenn Eisen zu dem durch Titansäure gefärbten Glase gesetzt wird, so ver-

verschwindet die violette Farbe des Titanoxyds, und das Glas bekommt im Reductionsfeuer dieselbe rothe Farbe wie von der eisenhaltigen Wolframsäure. Wenn die Quantitäten von diesen Stoffen geringe sind, so wird die Farbe gelblichroth, erscheint nicht so lange das Glas warm ist, sondern kommt erst in dem Augenblicke zum Vorschein, wenn das Glas kalt wird, und es hat im Allgemeinen nie seine volle Intensität, ehe das Glas nicht ganz kalt ist. Diese Reaction ist so empfindlich, dass wenn das Glas so wenig reine Titansäure enthält, dass man durch seine Farbe nicht ganz sicher von seiner Gegenwart ist, man die Reaction sehr stark bekommt, wenn man etwas Eisen, am besten in Metallform, hinzusetzt. Diese Farbennüance wird beim Glase durch Reductionsfeuer hervorgebracht durch eisenhaltige Wolframsäure, eisenhaltige antimonige Säure und vom Nickeloxyd. Es ist indessen leicht zu entdecken, welcher von diesen Stoffen mit dem Eisen vereinigt ist. Die antimonige Säure lässt sich forttreiben, wenn man einige Zeit gut darauf geblasen hat, und die Eisenfarbe bleibt nun übrig. Ich habe schon vorhin erwähnt, dass die eisenhaltige Wolframsäure durch einen Zusatz von Zinn ein grünes, oder manchmal ein blaues Glas gibt; wenn das eisenhaltige Titanglas auf gleiche Art behandelt wird, so verschwindet die Eisenfarbe, und die violette Farbe des Titanoxyds kommt wieder zum Vorschein. Hierzu wird indessen erfordert, dass die Intensität der Farbe im Flusse nicht zu gross sei. Ist dies der Fall, so muss man mehr Fluss hinzusetzen. Aber da es sich oft ereignet, dass eine so kleine Menge eisenhaltigen Titanoxyds die angeführte Farbe beim Glase hervorbringt, dass die darin befindliche Titansäure allein keine bedeutende Reaction gibt, so nimmt das Zinn in diesem Falle alle Farbe fort und die Reaction verschwindet gänzlich. Man versuche dann mit dem zu untersuchenden Stoff ein vollkommen gesättigtes Phosphorsalzglas zu bereiten, und behandle dieses mit Zinn, wodurch es nicht selten glückt, die dem Titanoxyde eigenthümliche Farbe erkennbar zu machen, besonders wenn das Glas ganz abgekühlt ist. Die Reaction, die Nickeloxyd gibt, unterscheidet sich von den vorhergehenden dadurch, dass sie am stärksten ist, wenn das Glas heiss ist und beinahe ganz bei der Abkühlung verschwindet, so wie

auch, dass sie sowohl in der äusseren als inneren Flamme dieselbe ist, da sie hingegen mit den anderen im guten Oxydationsfeuer verschwindet. — Die hier beschriebene Wirkung des Eisens auf die Farbe der Titansäure oder Wolframsäure findet nicht mit Borax statt.

Von *Soda* wird die Titansäure mit Brausen und Spritzen zu einem klaren dunkelgelben Glase aufgelöst, das nicht von der Kohle eingesogen wird, und das bei der Abkühlung weissgrau oder weiss wird. Dieses Glas hat die Eigenschaft, gerade in dem Augenblicke zu krystallisiren, wenn es aufhört zu glühen, und dabei entwickelt sich so viel Wärme, dass die Kugel wieder von selbst weissglühend wird. Diese Eigenschaft tritt mit allen krystallisirenden Körpern ein, wenn sie bei einer gewissen hohen Temperatur anschiessen, wie z. B, beim phosphorsauren Bleioxyde; doch ich habe bei keiner Gelegenheit gesehen, dass die durch die Krystallisation erweckte Hitze so stark ist und so lange dauert, wie hier. Richtige Proportionen tragen viel dazu bei, diese Erscheinung recht merkbar zu machen. Nimmt man mehr Titansäure, als die Soda aufzulösen vermag, so dass die unaufgelösten Theile im Glase schwimmen, so trifft es niemals ein, aber setzt man dann nach und nach etwas Soda hinzu, dass gerade die Quantität hinzukommt, die erfordert wird, um die Titansäure aufzulösen, so stellt sich das Phänomen auf's Schönste wieder ein. Bei jeder Portion Soda, die darüber hinzugesetzt wird, nimmt das Phänomen ab, und endlich geht Alles in die Kohle.

Die Titansäure kann in der Kohle mit Soda nicht reducirt werden. Zu den Versuchen, die ich anstellte, bediente ich mich einer Titansäure, die aus französischem Rutil auf Laugier's Art bereitet worden war, und bekam bei jeder Reductionsprobe einige platte Körner von einem geschmeidigen, weissen, nicht magnetischen Metalle, das das Ansehen von Zinn hatte. Ich fand hernach, dass wenn die aus dem französichen Rutile gefällte Titansäure mit Hydrothionammoniak digerirt wurde, sich darin eine Spur von Zinn auflöste, das nach der Abdunstung der Flüssigkeit und Glühen der getrockneten Masse zurückblieb und mit Leichtigkeit zu einem Zinnkorn reducirt werden konnte.

Von *Kobaltsolution* wird die Titansäure schwarz oder dunkelgrau.

21. Uranoxyde.

Für sich wird das Uranoxyd zum Oxydul reducirt, wird schwarz, aber schmilzt nicht.

Vom *Borax* wird das Oxyd zu einem dunkelgelben Glase aufgelöst, das im Reductionsfeuer schmutzig-grün wird. Im Oxydationsfeuer kann die gelbe Farbe auf Platindrath wieder hergestellt werden. Auf Kohle ist dies sehr schwer. Das grüne, bis zu einem gewissen Grade gesättigte Glas kann schwarz geflattert werden, aber wird dann weder emailähnlich noch krystallinisch.

Mit *Phosphorsalz* auf Platindrath gibt es im Oxydationsfeuer ein klares gelbes Glas, dessen Farbe bei der Abkühlung abnimmt und endlich strohgelb, ins Grüne sich ziehend wird. Im Reductionsfeuer gibt es ein schönes grünes Glas, dessen Farbe unter der Abkühlung noch schöner wird. Auf Kohle kann man schwer eine andere als grüne Farbe bekommen, obgleich die grüne Farbe vom Oxydationsfeuer vermindert wird.

Von *Soda* wird es nicht aufgelöst. Ein sehr geringer Zusatz von Soda gibt Zeichen von Schmelzung. Von mehr Soda wird die Masse auch im Reductionsfeuer gelbbraun, weil Oxyd gebildet wird, das wie eine Säure das Alkali sättigt. Durch einen grösseren Zusatz von Soda kann man es dahin bringen, dass es in die Kohle geht, aber es wird nicht reducirt. Gewöhnlich bekommt man einige Spuren von Zinn, wenn dies nicht vorher mit Schwefelwasserstoff oder Hydrothionammoniak aus dem Oxyde gezogen worden ist.

22. Ceroxyde.

Für sich ändert sich das Oxydul in Oxyd um. Dies bleibt im Reductionsfeuer unverändert.

Vom *Borax* wird das Oxyd in der äusseren Flamme zu einem schönen rothen oder dunkelgelben Glase aufgelöst, dessen Farbe bei der Abkühlung abnimmt, so dass sie endlich blos gelb ist. Das Glas kann geflattert emailweiss werden. Im Reductionsfeuer verliert sich die Farbe. Setzt

man mehr Oxyd hinzu, so bekommt das Glas nach der Reduction die Eigenschaft, von selbst emailweiss und krystallinisch bei der Abkühlung zu werden.

Vom Phosphorsalze wird das Oxyd zu einem schönen rothen Glase aufgelöst, das bei der Abkühlung seine Farbe verliert und wasserklar wird. Im Reductionsfeuer wird das Glas farblos, aber es löst sich niemals so viel auf, dass es bei der Abkühlung unklar wird.

Von *Soda* wird es nicht aufgelöst. Die Soda geht in die Kohle und das Ceroxydul bleibt mit einer weissen oder lichtgrauen Farbe zurück.

Die Reactionen der Ceroxyde gleichen sehr denen des Eisenoxyds, vorzüglich, wenn das Ceroxyd mit Kieselerde verbunden ist, die hindert, dass das Glas mit Borax unklar wird. Sie unterscheiden sich durch das ungleiche Verhalten der Oxydule zu den Flüssen, aber wenn beide zusammen mit Kieselerde vorkommen, wie das sehr oft geschieht, so kann man durch das Löthrohr nicht die Gegenwart des Ceroxyds erkennen.

23. Manganoxyd.

Für sich schmilzt es nicht, aber wird bei einem strengen Feuer braun.

Vom *Borax* wird es leicht zu einem klaren, amethystfarbenen Glase aufgelöst, das im Reductionsfeuer ungefärbt wird. Ist der Mangangehalt gross, so muss das reducirte Glas in dem Augenblick, wo das Blasen aufhört, abgestossen werden, so dass es auf einen kalten Körper fällt, sonst färbt es sich unter der langsamen Abkühlung wieder. In der äusseren Flamme wird durch einen reichlichen Gehalt von Oxyd das Glas endlich so tief gefärbt, dass es schwarz aussieht, aber in dünnen Fäden ist es durchsichtig.

Vom *Phosphorsalze* wird es leicht zu einem klaren Glase aufgelöst, das im Reductionsfeuer farblos, und im Oxydationsfeuer amethystfarben ist; aber die Farbe wird niemals so tief, dass das Glas nicht seine Durchsichtigkeit behält. So lange das Glas in der äusseren Flamme geschmolzen wird, sowohl auf Platindrath, so wie auch auf Kohle, kocht es beständig und gibt Gas ab. Dieses Kochen

hört im Reductionsfeuer auf, aber kommt sogleich im Oxydationsfeuer wieder. Es scheint davon herzurühren, dass die Glasperle sich auf der Oberfläche oxydirt, und da das Oxydirte durch die Umschwingung des Glases wieder in die Masse geführt wird, so wird Sauerstoff durch die Phosphorsäure ausgejagt, und das Oxydsalz verwandelt sich in ein Oxydulsalz. Daher kommt es auch, dass das Phosphorsalz die Amethystfarbe nur bis zu einem gewissen Grade annimmt, weil blos eine gewisse Menge Oxydsalz sich im Glase erhalten kann. Im Allgemeinen kann das Boraxglas leichter oxydirt als reducirt, und das Phosphorsalzglas im Gegentheile besser vollkommen reducirt und unmöglich vollkommen oxydirt erhalten werden. Wenn das Phosphorsalzglas so wenig Manganoxyd enthält, dass die Farbe nicht mehr sichtbar wird, so kann man sie erhalten, wenn die geschmolzene Perle mit einem Salpeterkrystall berührt wird, auf die Art, wie ich es schon bei den Reagentien beschrieben habe, wobei sie schäumt, und der Schaum während der Abkühlung eine Amethyst- oder eine schwache Rosenfarbe annimmt, nach dem grösseren oder geringeren Mangangehalt.

Von *Soda* wird das Manganoxyd auf Platinblech oder Platindrath in einer ganz geringen Menge zu einer klaren durchsichtigen grünen Masse aufgelöst, die bei der Abkühlung gesteht und blaugrün wird. Die Probe geschieht am besten auf Platinblech. Die Auflösung von Manganoxyd in Soda fliesst um das Unaufgelöste, so dass die Farbe der Salzmasse nach der Abkühlung deutlich sichtbar wird. Ein Tausendtheil Manganoxydul in einer zu untersuchenden Probe färbt die Soda deutlich grün, und man kann auf diese Art die mindeste Spur von Mangan entdecken.

Das Mangan kann in der Kohle nicht mit Soda reducirt werden, aber wenn es nur eine höchst unbedeutende Spur von Eisen enthält, so wird dieses reducirt, und kann auf gewöhnliche Art abgeschieden werden.

24. Zinkoxyd.

Für sich wird es gelb, wenn es erhitzt wird, was man wohl beim Tageslicht, aber nicht beim Feuerlicht sehen kann. Die weisse Farbe kommt bei der Abkühlung wieder. Es schmilzt nicht, aber leuchtet stark beim Glühen und ver-

schwindet nach und nach im Reductionsfeuer, während sich ein weisser Rauch rund umher auf die Kohle legt.

Von *Borax* wird es leicht zu einem klaren Glase aufgelöst, das durch Flattern milchweiss, und von einem noch grösseren Zusatz bei der Abkühlung emailweiss wird. Im Reductionsfeuer verflüchtigt sich das Metall und die Kohle wird eine Linie von der Probe entfernt mit einem weissen Zinkrauch beschlagen.

Mit *Phosphorsalz* verhält es sich gleich wie mit Borax, aber reducirt sich und verfliegt wieder leicht. Es gleicht in seinem Verhalten sehr den eigentlichen Erdarten.

Von *Soda* wird es nicht gelöst; aber auf Kohle mit Soda behandelt wird es reducirt und beschlägt die Kohle rund umher mit Zinkrauch, und bei einem guten Feuer kann selbst eine Zinkflamme hervorgebracht werden. Diese Reaction ist das vorzüglichste Kennzeichen des Zinkoxyds, und man erkennt bei zinkhaltigen Fossilien, wie z. B. beim Gahnit die Gegenwart des Zinks, durch den Zinkrauch, der sich auf die Kohle legt, wenn das Fossil mit Soda behandelt wird.

Mit *Kobaltsolution* gibt es eine schöne grüne Farbe.

25. Cadmiumoxyd.

Für sich auf Platin in der äussern Flamme unverändert. Auf Kohle verschwindet es in kurzer Zeit, und die Kohle wird rund umher mit einem rothen oder dunkelgelben Pulver beschlagen. Dieses Verhalten des Cadmiumoxydes ist so ausgezeichnet, dass Mineralien, z. B. kohlensaures Zinkoxyd, die ein oder einige Procent kohlensaures Cadmiumoxyd enthalten und die einige Augenblicke dem Reductionsfeuer ausgesetzt werden, in einem kleinen Abstande von der Probe einen gelben oder dunkelgelben Ring von Cadmiumoxyd absetzen, der vorzüglich dann gut gesehen werden kann, wenn die Kohle ganz erkaltet ist. Er wird gebildet, lange ehe das Zink reducirt wird, und wenn Zinkrauch sich zu gleicher Zeit zeigt, so ist dies ein Beweis, dass man das Blasen zu lange fortgesetzt hat. Wenn der gelbe Beschlag sich nicht zeigt, ehe der Zinkrauch auf die Kohle sich zu legen anfängt, so ist dies ein Zeichen, dass die Probe kein Cadmium enthält.

Von *Borax* auf Platindrath wird es in sehr grosser Menge zu einem klaren gelblichen Glase aufgelöst, dessen Farbe grösstentheils bei der Abkühlung verschwindet. Wenn das Glas beinahe gesättigt ist, so wird es durch Flattern milchweiss, und wenn es vollkommen gesättigt ist, so wird es, wenn es gesteht, von selbst emailweiss. Auf Kohle kocht das cadmiumhaltige Boraxglas beständig, Cadmium wird reducirt und verfliegt, und die Kohle beschlägt rund umher mit dunkelgelbem Cadmiumoxyd.

Vom *Phosphorsalze* wird es in grosser Menge zu einem klaren Glase aufgelöst, das, wenn es gesättigt ist, milchweiss während der Abkühlung wird.

Von *Soda* auf Platindrath wird es nicht aufgelöst. Auf Kohle wird es reducirt, verfliegt und legt einen dunkelgelben Cadmiumbeschlag rund umher.

26. Eisenoxyd.

Für sich verändert es sich nicht in der äusseren Flamme, aber in der inneren wird es schwarz und magnetisch.

Vom *Borax* wird es im Oxydationsfeuer zu einem dunkelrothen Glase aufgelöst, das bei der Abkühlung heller, und endlich blos gelblich, selbst farblos wird. Von einem grossen Zusatz wird es in der Schmelzung undurchsichtig und bekommt nach der Abkühlung eine unreine dunkelgelbe Farbe. Im Reductionsfeuer wird es bouteillengrün, und wenn die Reduction so vollkommen geschieht, wie sie nur geschehen kann, so bekommt es eine klare blaugrüne Farbe, ganz gleich der des Eisenvitriols, den man erhält, wenn Eisen in verdünnter Schwefelsäure aufgelöst wird. Ein Zusatz von Zinn beschleunigt diese vollständige Reduction zu Oxydul. Die bouteillengrüne Farbe gehört dem *Oxydum ferroso-ferricum* an; sie wird manchmal so dunkel, dass sie schwarz aussieht. So lange das Glas blos Eisenoxyd enthält, ist es bei der Schmelzung klar, aber sobald es dem Reductionsfeuer unterworfen und *Oxydum ferroso-ferricum* gebildet wird, wird es undurchsichtig und fährt fort es zu sein, bis dis Reduction so lange gewährt, dass blos Oxydul übrig ist, wodurch es wieder klar wird. Die grüne Farbe des Oxyduls ist recht schön, so lange das Glas warm ist,

aber sie nimmt bei der Abkühlung ab, und wird, wenn der Eisengehalt geringe ist, endlich unmerklich.

Vom *Phosphorsalze* wird es mit denselben Farbenerscheinungen aufgelöst, wie vom Borax, aber die Farbe nimmt stärker bei der Abkühlung ab. Durch einen Zusatz von Zinn kann man es dahin bringen, dass sie beinahe ganz verschwindet. Ein sehr eisenhaltiges Glas bekommt nach der Behandlung mit Zinn eine schwache bläulichgrüne Farbe; und bisweilen läuft die Kugel im Abkühlungsmomente mit einer grauen und glänzenden Perlfarbe an, die indessen bei einem neuen Zublasen verschwindet.

Von *Soda* wird es nicht aufgelöst, aber es geht mit ihr in die Kohle, wird leicht reducirt und gibt nach der Abschlämmung ein graues, magnetisches Metallpulver.

27. Kobaltoxyd.

Für sich wird es nicht verändert.

Vom *Borax* wird es leicht zu einem klaren blauen Glase aufgelöst, das geflattert nicht unklar wird. Eine geringe Menge Oxyd färbt das Glas stark, und durch eine grössere wird das Glas so tief dunkelblau, dass es schwarz aussieht.

Vom *Phosphorsalze* wird es mit derselben Leichtigkeit und mit gleicher Farbe aufgelöst. Die Kobaltfarbe zieht sich beim Feuerlicht in's Violette, aber ist beim Tageslicht rein blau. Wenn das Phosphorsalzglas eine sehr schwache blaue Farbe beim Tageslicht hat, so sieht es beim Feuerschein rosenroth aus.

Von *Soda* wird es auf Platindrath in ganz geringer Menge aufgelöst; die geschmolzene Masse ist beim Durchsehen schwach roth und wird bei der Abkühlung grün. Es schmilzt mit Soda auf Platinblech, das Aufgelöste rinnt von den Seiten ab, und das Platin bekommt rund um das Unaufgelöste umher einen dünnen, dunkelrothen Ueberzug.

Vom *neutralen kohlensauren Kali* wird das Kobaltoxyd in weit grösserer Menge aufgelöst, das Salz fliesst nicht so stark umher, und die gestandene Masse ist schwarz, ohne dass etwas roth sich zeigt. Dies könnte eine Art sein, vor dem Löthrohr die beiden Alkalien zu unterscheiden, wenn

es nicht leichter und weit sicherer wäre, das Alkali der Luft auszusetzen, um zu sehen, ob es feucht wird oder nicht.

Auf Kohle reducirt sich das Kobaltoxyd mit dem Alkali in der innern Flamme ganz leicht, wenn man auch so wenig Alkali nimmt, dass die Masse nicht in die Kohle geht, aber es lässt sich nicht schmelzen. Nach der Fortwaschung der Soda und der Kohle bleibt ein graues, magnetisches Metallpulver zurück, das unter dem Polirstahl Metallglanz annimmt.

28. Nickeloxyd.

Für sich wird es nicht verändert.

Vom *Borax* wird es leicht zu einem dunkelgelben oder röthlichen Glase aufgelöst, das nach der Abkühlung gelb oder beinahe farblos wird. Ein grösserer Zusatz von Oxyd bringt ein Glas hervor, das beim Schmelzen undurchsichtig dunkelbraun ist, aber nach der Abkühlung klar dunkelroth wird, wie das von der eisenhaltigen Wolframsäure in Phosphorsalz. Ein Zusatz von Salpeter oder kohlensaurem Kali verändert die Farbe in's Blau- oder dunkel Purpurfarbene, wodurch es sich vom Eisenoxyd unterscheidet, dessen Farbe mit Borax der des Nickeloxydes gleicht. Im Reductionsfeuer wird diese Farbe zerstört und das Glas wird graulich von fein zertheiltem metallischen Nickel, das bei länger fortgesetztem Blasen sich zu einer Masse sammelt, ohne zu schmelzen. Enthält das Nickeloxyd Kobalt, wie dies oft der Fall ist, so kommt nun dessen Farbe hervor, und hält das Nickel zu gleicher Zeit Arsenik, so schmilzt es zu einer Kugel.

Vom *Phosphorsalze* wird es mit denselben Farbenerscheinungen aufgelöst, wie vom Borax, aber die Farbe verschwindet beinahe bei der Abkühlung und verhält sich übrigens sowohl im Reductionsfeuer, als auch im Oxydationsfeuer gleich, wodurch es sich vom Eisenoxyd unterscheidet, dem es übrigens sehr in den Reactionen gleicht. Ein Zusatz von Zinn bringt im Anfange keine Veränderung hervor, aber nachher wird das Nickel ausgefällt und die Farbe verschwindet. Ein Gehalt von Kobalt wird nun wahrnehmbar, aber dieses blaue Glas ist unklar und im Allgemeinen lässt sich das Kobaltoxyd minder leicht auf diese Art wie im Boraxglase entdecken.

Von *Soda* wird das Nickeloxyd nicht aufgelöst. Mit viel Soda geht es in die Kohle, wird leicht reducirt und gibt nach der Abschlämmung kleine, weisse, glänzende, metallische Theile, die dem Magnete mit beinahe noch grösserer Begierde als das Eisen folgen. Mit einer geringeren Menge Soda bleibt die Masse auf der Kohle, aber das Nickel wird auch dann reducirt und durch Abscheidung der Soda durch Wasser erhalten. Dieses reine Nickel kann nicht vor dem Löthrohre geschmolzen werden. Das Nickel, das noch eine Spur von Arsenik enthält, schmilzt wohl nicht mit Soda, aber wenn Borax zugesetzt wird, schmilzt es zu einer Kugel, die geschmeidig ist und sich ausplatten lässt, aber gewöhnlich ein wenig an den Kanten springt und dem Magnete in hohem Grade folgt. Wenn die Oxyde von Nickel und Kobalt zusammen vorkommen, so werden die Reactionen des Kobaltoxyds so überwiegend, dass der Nickelgehalt nicht erkannt wird, wie bedeutend er auch sein kann. Er kann jedoch nach Plattner auf folgende Weise entdeckt werden: Die Probe wird im Boraxglas bis nahe zur Sättigung und völligen Undurchsichtigkeit aufgelöst. Man vereinigt mehrere von solchen Glasproben und schmilzt sie im Reductionsfeuer mit ungefähr 5 Centigrammen reinen Goldes. Das Nickel wird reducirt und von dem Golde aufgenommen, wodurch dessen Farbe heller wird. Das Goldkorn wird von der Schlacke befreit, durch schwaches Ausplatten unter dem Hammer gereinigt und im Reductionsfeuer zuerst mit Boraxglas behandelt. Dieses wird durch ein wenig Kobalt, welches von dem Golde aufgenommen worden ist, blau und, wenn das Nickel anfängt aufgenommen zu werden, nach dem Erkalten grünlich. Das Boraxglas wird dann rein abgeschlagen, und das Goldkorn mit Phosphorsalz im Reductionsfeuer behandelt, wobei die Reaction des Nickeloxyds hervorkommt. Das Goldkorn kann darauf durch Zusammenschmelzen mit Blei und Abtreiben auf Knochenasche von Nickel befreit werden.

29. Wismuth und dessen Oxyd.

Für sich schmilzt das Wismuthoxyd leicht auf Platinblech zu einer dunkelbraunen Masse, die nach der Abkühlung blassgelb ist. Es wird durch zu starkes Feuer reducirt

und durchbohrt das Platin. Auf Kohle wird es schnell zu einem oder mehreren Metallkörnern reducirt.

Vom *Borax* wird es ohne Farbe in der äusseren Flamme aufgelöst. In der inneren wird es reducirt und gibt vom fein zertheilten Wismuth ein graues trübes Glas.

Vom *Phosphorsalze* wird es aufgelöst, das Glas ist gelbbraun, wenn es heiss ist, und wird farblos, aber nicht gänzlich hlar bei der Abkühlung. Im Reductionsfeuer, vorzüglich wenn Zinn hinzugesetzt wird, bekommt man ein Glas, das klar und farblos ist, wenn es heiss ist, aber schwarzgrau und undurchsichtig wird, wenn es erstarrt, ungefähr so wie es mit Kupferoxydul eintrifft, mit Ausnahme der Farbe hingegen, die beim letzgenannten roth ist. Dieser Umstand scheint zu beweisen, dass das Wismuth noch einen niedrigern, salzfähigen Oxydationsgrad hat, der auf nassem Wege nicht bekannt ist.

Die Leichtigkeit, mit der Wismuth sich reduciren lässt, macht, dass es bei Löthrohrversuchen meistentheils in metallischer Form der Prüfung unterworfen wird. Dann ist es wichtig, es vom Tellur und Antimon unterscheiden zu können, mit denen es leicht verwechselt werden kann.

a) Im *Kolben* wird weder Wismuth noch Antimon sublimirt bei der Hitze, welche das Glas zulässt. Tellur hingegen gibt dabei zuerst eine kleine Quantität Rauch (durch den Sauerstoff, der in der atmosphärischen Luft gegenwärtig ist), und nachher bekommt man ein graues Sublimat von metallischem Tellur.

b) In einer offnen Röhre. Antimon gibt einen weissen Rauch, der inwendig das Glas beschlägt, und der durch die Hitze von einer Stelle zur anderen verflüchtigt werden kann, und dann nichts auf dem Glase zurücklässt. Die Metallkugel wird von einer bedeutenden Menge geschmolzenen Oxydes umgeben.

Tellur raucht stark, und der Rauch beschlägt das Glas mit einem weissen Pulver, das zu klaren farblosen Tropfen schmilzt, wenn es erhitzt wird; ein kleiner Theil raucht fort, aber das meiste verändert seine Stelle blos auf die Art, dass die Tropfen, wenn sie etwas gross sind, mechanisch über

die Oberfläche des Glases gejagt werden. Wenn der Anflug dünn ist, so sieht es aus, als wenn er von der Hitze fortgejagt wäre, aber das Mikroskop zeigt, dass das Pulverförmige sich in kleine Tropfen verwandelt hat. Die Metallkugel umgibt sich mit einem geschmolzenen, klaren, beinahe farblosen Oxyde, das bei der Abkühlung, wenn es eine dickere Schicht bildet, weiss, undurchsichtig und blättrig wird. Bei einer starken Hitze und schwachem Zutritte der Luft sublimirt sich ein Theil Tellur metallisch in Form eines grauen Pulvers.

Wismuth gibt beinahe keinen Rauch, wenn es nicht mit Schwefel verbunden ist, und das Metall umgibt sich mit einem geschmolzenen Oxyd von dunkelbrauner Farbe, das bei der Abkühlung blassgelblich wird. Es greift Glas stark an, und löst dessen Masse auf.

c) Auf *Kohle.* Alle drei Metalle rauchen fort bei langsamem Daraufblasen, und legen einen Ring von Rauch rund um die Kohle umher. Vom Antimon ist dieser ganz weiss, vom Wismuth und Tellur hat er eine rothe oder dunkelgelbe Kante. Wenn man die Reductionsflamme auf diesen Beschlag leitet, so verschwindet er, wobei die Flamme vom Tellurbeschlag schön und stark grün gefärbt wird, vom Antimon schwach grünlich blau, und von Wismuth gar keine Farbe bekommt.

Ich muss hier hinzusetzen, dass der Geruch von verfaultem Rettige, den man dem Tellur zuschreibt, nicht dieses Metall zu erkennen gibt, wenn es rein ist, sonderm dem Selenium angehört, das mehrere Tellurerze begleitet.

Ein Kupfergehalt in Wismuth oder in dessen Oxyd gibt sich nach Plattner auf die Weise zu erkennen, dass man zuerst das Oxyd zu einem Metallkorn reducirt und dies auf folgende Weise behandelt: Ungefähr doppelt so viel Borsäure dem Gewichte nach wird in eine Grube auf der Kohle zu Glas geschmolzen und das Korn so darauf gelegt, dass es halb die Säure und halb die Kohle berührt. Nun wird behutsam darauf geblasen. Das Wismuth oxydirt sich allein und löst sich in der Säure auf, die dasselbe nicht leicht im Reductionsfeuer fahren lässt. Auf diese Weise lässt sich das Wismuth so oxydiren, dass das zurückbleibende kleine

Korn hinreichend stark kupferhaltig wird, um bei der Probe mit Phosphorsalz und Zinn die eigenthümliche Kupferreaction zu geben.

30. Zinnoxyd.

Für sich. Das Oxydul, sowohl rein, so wie auch als Hydrat, brennt angezündet wie Zunder, und verwandelt sich in Oxyd. Das Oxyd verändert sich und schmilzt nicht, aber bei einem starken und anhaltenden Reductionsfeuer kann reines Zinnoxyd ganz und gar ohne Zusatz zu Zinn reducirt werden. Dies erfordert indessen einige Uebung das Löthrohr zu gebrauchen.

Vom *Borax* wird das Zinnoxyd sehr träge und in geringer Menge zu einem klaren Glase aufgelöst, das bei der Abkühlung klar bleibt. Es kann nicht durch Flattern emailweiss werden, aber wenn das gesättigte Glas, nachdem es ganz kalt geworden ist, von Neuem eine Zeit lang in der äusseren Flamme bis zum schwachen Glühen erhitzt wird, so wird es unklar, verliert seine runde Form und gibt eine undeutliche Krystallisation. Vom Reductionsfeuer wird die Farbe des Glases nicht verändert.

Vom *Phosphorsalze* wird das Zinnoxyd träge und in geringer Menge zu einem klaren farblosen Glase aufgelöst. Wird Eisenoxyd hinzugesetzt, so verliert das Eisenoxyd seine Eigenschaft, das Glas zu färben. Es versteht sich, dass eine gewisse Menge Zinnoxyd nur die Farbe von einer gewissen Menge Eisenoxyd wegnimmt, und dass das, was darüber ist, das Glas färbt, als wenn kein Zinnoxyd zugegen wäre. Gegenwart von Arsenik macht das Glas unklar.

Mit *Soda* auf Platindrath verbindet es sich unter Brausen zu einer aufgeschwollenen ungeschmolzenen Masse, die sich in mehr Soda nicht mehr löst. Auf Kohle wird es leicht zu einem Zinnkorne reducirt. Gewisse, besonders tantalhaltige Zinnoxyde werden mit Schwierigkeit von Soda reducirt, so dass man es leicht übersehen kann, dass sie Zinn enthalten, aber durch Zusatz einer geringen Menge Borax geschieht die Reduction augenblicklich.

Das Zinn kommt in der Natur sehr oft als ein zufälliger Bestandtheil, und als ein in sehr geringer Menge eingemischter Bestandtheil von tantal-, titan- und uranhaltigen

Fossilien, und vielleicht auch noch mehreren anderen vor, wo man es bei einer Probe auf nassem Wege selten ahnet, aber wenn man sie mit Soda im Reductionsfeuer behandelt, besonders wenn der Eisengehalt abgeschieden worden ist, so bekommt man immer metallisches Zinn, und wenn es auch nur $^1/_2$ Procent von dem Gewichte des zu untersuchenden Stoffes ausmacht. Wenn der Gehalt des Eisens nicht sehr bedeutend ist, kann man durch einen Zusatz von Borax zu der Reductionsprobe mit Soda die Reduction desselben verhindern.

31. Bleioxyd.

Für sich. Die Mennige sieht, wenn sie heiss ist, schwarz aus und verwandelt sich bei aufangender Glühung zu gelbem Oxyde. Das gelbe Oxyd schmilzt zu einem schönen dunkelgelben Glase, das auf Kohle mit Brausen zu einem Bleikorn reducirt wird.

Mit Borax auf Platindrath wird es mit Leichtigkeit zu einem klaren Glase aufgelöst, das, gesättigt, gelb ist, so lange es noch heiss ist, aber klar und farblos bei der Abkühlung wird. Auf Kohle kann man die Perle nicht dahin bringen, dass sie als Kugel bleibt, sondern sie breitet sich über die Kohle aus; das Blei wird mit Kochen reducirt und fliesst nach den Kanten.

Vom *Phosphorsalze* wird es leicht zu einem klaren farblosen Glase aufgelöst. Gesättigt sieht es gelblich bei der Schmelzung aus; es wird emailweiss bei der Abkühlung. Durch die innere Flamme wird es nicht reducirt, wenn nicht ein Ueberschuss von Bleioxyd hinzukommt.

Von *Soda* auf Platindrath wird das Bleioxyd leicht zu einem klaren Glase aufgelöst, das bei der Abkühlung gelblich und undurchsichtig ist. Auf Kohle reducirt sich das Blei im Augenblicke. Ein Kupfergehalt im Bleioxyd wird auf dieselbe Weise entdeckt, wie bereits S. 396 für die Entdeckung desselben in Wismuthoxyd angeführt worden ist.

32. Kupferoxyd.

Für sich im Oxydationsfeuer behandelt, schmilzt das Kupferoxyd zu einer schwarzen Kugel, die sich bald auf die Kohle ausbreitet, und auf der Unterseite reducirt wird. Im

Reductionsfeuer, in einer Temperatur, wobei das Kupfer noch nicht schmilzt, wird das Oxyd reducirt und leuchtet mit dem metallischen Glanze des Kupfers, aber sobald das Blasen aufhört, so oxydirt sich die Oberfläche des Metalls wieder augenblicklich, und wird schwarz oder braun *). Bei stärkerer Hitze schmilzt es zu einem Kupferkorne.

Vom *Borax* wird das Kupferoxyd im Oxydationsfeuer leicht zu einem schönen grünen Glase aufgelöst, das im Reductionsfeuer farblos wird, aber in dem Augenblicke, in welchem das Glas gesteht, eine zinnoberrothe Farbe annimmt und undurchsichtig wird. Ist das Kupferoxyd unrein, so wird dies Glas oft dunkelbraun und bekommt nicht das emailähnliche Ansehen, wie in der flatternden Flamme. Bei einem grossen Kupfergehalte wird ein Theil vom Metall zu einem geschmolzenen Korne reducirt, das man bekommt, wenn das Glas entzwei geschlagen wird.

Vom *Phosphorsalze* wird es mit derselben Farbe wie vom Borax aufgelöst. Bei einem schwachen Kupfergehalte wird das beim Reductionsfeuer behandelte Glas manchmal rubinroth, und das kommt in einem Augenblick, gewöhnlich wenn das Glas gesteht. Fast immer wird es roth, undurchsichtig und emailähnlich. Bei einem so geringen Kupfergehalt, dass das Reductionsfeuer nicht vermag, die Reaction

---

*) Gahn, der bei Fahlun eine bedeutende Kupferfabrikation hatte, deren Besorgung er mit aller Sorgfalt wartete, fand, dass die von verschiedenen Stellen der Grube herrührenden Erze eine ungleiche Behandlung erforderten, wenn nicht zu viel von dem Metalle den Schlacken folgen und dadurch verloren gehen sollte. Um ohne lange Proben finden zu können, ob der Kupfergehalt der Schlacken sich vermehrt hatte, untersuchte er sie vor dem Löthrohre auf die Art, dass dünne und breite Blättchen der Schlacke, deren Oberfläche er vorher durch Schleifen auf einem grösseren Schleifstein geebnet hatte, zuerst im Oxydationsfener erhitzt wurden, um den darin enthaltenen Schwefel fortzubrennen, und nachher im Reductionsfeuer, so dass die Flamme sich über die geröstete Oberfläche ausbreitete. Wenn die Schlacke kupferhaltig war, so kamen metallische, mit der Farbe des Kupfers glänzende Punkte, Streifen und Flecken zum Vorschein, deren Menge auch die Menge des Kupfers in der Schlacke verrieth. Selten kann eine Schlacke ganz frei von einer Spur von Kupfer gefunden werden, aber das Auge gewöhnt sich bald zu bestimmen, was gewöhnlich und was zu viel ist.

des Kupferoxyduls hervorzubringen, setzt man ein wenig Zinn hinzu, sowohl zum Borax, als auch zum Phosphorsalzglase, und bläst einen Augenblick darauf; das vorher farblose Glas wird dann roth und undurchsichtig bei der Abkühlung. Bläst man zu lange darauf, so wird das Kupfer in Metallform gefällt, vorzüglich aus dem Phosphorsalze, und die Reaction ist vernichtet.

Von *Soda* wird das Kupferoxyd auf Platindrath zu einem klaren grünen Glase aufgelöst, das bei der Abkühlung seine Farbe verliert und undurchsichtig wird. Auf Kohle wird die Masse eingesogen und das Metall reducirt. Es giebt vielleicht keine Art, einen so geringen Gehalt an Kupfer zu entdecken, wie durch die Reductionsprobe in den Fällen, wenn das Kupfer nicht mit anderen Metallen verbunden ist, die zugleich reducirt werden können und seine Eigenschaften verdecken. In diesem Falle muss man sich des Boraxes mit Zinn bedienen. Wenn Kupfer und Eisen zusammen vorkommen, so bekommt man durch die Reductionsprobe beide Metalle für sich in besonderen kleinen Theilchen reducirt, die durch die Farbe und den Magnet unterschieden werden.

33. Quecksilber.

Die Verbindungen des Quecksilbers sind alle flüchtig, so dass man mit Flüssen keine Reaction hervorbringen kann. Man untersucht die quecksilberhaltigen Stoffe auf die Art, dass sie, mit etwas metallischem Zinn oder mit Eisenfeile oder mit Bleioxyd, oder, was freilich das beste ist, mit Soda gemengt, in eine an einem Ende zugeblasene Glasröhre eingelegt und bis zum Glühen erhitzt werden. Das Quecksilber wird reducirt und sammelt sich in dem kälteren Theile der Röhre als ein grauer Beschlag, der, wenn er berührt wird, zu kleinen Metalltropfen zusammengeht.

34. Silberoxyd.

Für sich wird es im Augenblicke reducirt.

Vom *Borax* wird es zum Theil aufgelöst, zum Theil reducirt. Das Glas wird im Oxydationsfeuer bei der Abkühlung, nach der ungleichen Quantität des aufgelösten Silbers, milchweiss oder opalfarben; eben so wenn Silber in Metall-

Metallform hinzugesetzt wird. Im Reductionsfeuer wird es graulich von angesammeltem metallischen Silber.

Mit Phosphorsalz gibt sowohl das Oxyd als das Metall im Oxydationsfeuer ein gelbliches Glas, das von einem grösseren Silbergehalte opalfarben wird; gegen den Tag gesehen, leuchtet es gelblich, gegen Feuerschein gesehen, röthlich. Es wird im Reductionsfeuer graulich wie das Boraxglas.

Die übrigen edlen Metalle, Gold, Platin, Iridium, Rhodium und Palladium bringen mit den Flüssen keine Reaction hervor und werden nicht oxydirt. Hiervon machen jedoch Rhodium und Palladium eine Ausnahme, die vom sauren schwefelsauren Kali oxydirt und aufgelöst werden, wenn man sie damit schmilzt. Der Versuch muss in einem Glaskolben in der Flamme der Spirituslampe gemacht werden, weil auf Platinblech die Schwefelsäure zu schnell verfliegt. Platin und Iridium werden nicht davon angegriffen. Das Einzige, was man mit diesen machen kann, ist, sie mit Flüssen zu behandeln, um zu finden, ob diese nicht andere oxydirte Metalle ausziehen und von ihnen gefärbt werden. Eben so löst man sie durch Schmelzen in reinem Blei auf und treibt sie auf Knochenasche ab, um aus der Farbe der bleioxydhaltigen Capelle zu sehen, ob einige fremde Metalle darin gefunden werden. Von den genannten Metallen kann blos das Gold in einer zusammenhängenden Kugel erhalten werden. Die anderen bleiben nach der Abtreibung des Bleies als eine graue, ungeschmolzene, etwas poröse Masse zurück, die durch den Polirstahl Metallglanz annimmt, und die vom Platin und Palladium geschmeidig ist.

B. Verbindungen zwischen brennbaren Körpern.

1. Schwefelmetalle.

Diese werden durch den Geruch nach schwefliger Säure erkannt, den sie beim Rösten auf der Kohle oder in der Glasröhre entbinden. Wenn eine metallische Verbindung so wenig Schwefel enthält, dass dieser nicht durch den Geruch beim Rösten entdeckt werden kann, so schmilzt man eine Glaskugel von Soda und Kieselerde zusammen und setzt ein

wenig von dem Körper hinzu, der geprüft werden soll, wobei das Glas, im Fall es Schwefel enthält, die Eigenschaft bekommt, gleich oder nach der Abkühlung eine rothe oder gelbe Farbe anzunehmen, nach der ungleichen Menge des Schwefels. Wenn andere Metalle das Glas färben sollten, so dass man die Schwefelfarbe nicht sehen kann, so schmilzt man die Probe mit Soda im Reductionsfeuer, und legt sie dann, mit Wasser befeuchtet, auf ein Silberblech, das sogleich vom Schwefel anläuft. Man kann auch die Probe in einer offnen Röhre rösten, in deren offnen Ende man ein Fernambuckpapier einlegt, dessen Farbe durch einen so geringen Schwefelgehalt erbleicht, dass er nicht durch den Geruch wahrgenommen werden kann. Dies ist besonders bei der Röstung der Antimonerze zu befolgen, wo der Schwefelgehalt schwer durch den Geruch wahrgenommen werden kann, weil der Antimonrauch auch einen sauren Geruch hat.

Bei der Prüfung von Schwefelmetallen ist es gewöhnlich ein Hauptendzweck, das Metall zu entdecken, mit welchem der Schwefel verbunden ist, und deshalb muss man den Schwefel so vollständig wie möglich fortbrennen. Dazu wählt man dünne Scheiben von der Probe, die die Luft besser durchdringt und sucht die runden und dicken zu vermeiden. Aus demselben Grunde muss man im Anfange ein so schwaches Feuer geben, dass die Masse nicht schmilzt, wodurch sie die letztgenannte Form annimmt. Ist sie geschmolzen, so thut man besser, ein anderes Probestückchen zu wählen. Nachdem das Rösten bis zu einem gewissen Grade geschehen, schmelzen gewisse Metalle nicht mehr, und man kann dann ein stärkeres Feuer geben, um die Röstung zu beschleunigen, und um das schwefelsaure Salz zu zerstören, das bei der Röstung sich gewöhnlich bildet. Die Röstung geschieht recht gut auf Kohle. Auf Platin muss man sie nicht vornehmen, weil das Platin oft von dem Metalle angegriffen wird, und sowohl Probe als auch Unterlage werden dadurch verdorben. Wenn man dazu keine Kohle gebrauchen will, so kann die Röstung auf einem Glimmerblatte, oder auf Silber oder auf feuerfestem Thon geschehen.

Erst wenn die Röstung vollendet ist, kann man sich

mit Vortheil der Reaction der Flüsse bedienen. Der Reductionsversuch mit Natron erfordert besonders eine vollkommne Austreibung des Schwefels, weil sonst entweder Schwefelmetalle gebildet werden, die man nicht erkennen kann, oder die aufgelöst und mit dem Schwefelnatrium fortgeführt werden, so dass nach dem Waschen im Mörser nichts übrig bleibt.

Die flüchtigen Schwefelmetalle muss man in einer an beiden Enden offnen Röhre rösten, mit der Vorsicht, dass nichts von dem Schwefelmetall dabei sich zugleich verflüchtigt. Man sammelt nachher das sublimirte Oxyd und untersucht es.

Bei der Behandlung der natürlichen Schwefelmetalle, die oft Schwefelblei und Schwefelantimon zusammen enthalten, ist es zuweilen schwierig, den Antimongehalt darin zu entdecken. Plattner hat jedoch dafür folgenden Ausweg angegeben: Reiner Bleiglanz gibt einen äusseren weissen Beschlag von schwefelsaurem Bleioxyd und näher an der Probe einen gelben Beschlag von Bleioxyd. Dasselbe geschieht auch mit antimonhaltigem Blei, aber man kann den Beschlag von antimonsaurem Bleioxyd im Ansehen nicht von dem unterscheiden, welcher Schwefelsäure enthält. Man vermischt den Bleiglanz, in welchem man einen Antimongehalt vermuthet, mit einem Ueberschuss von kohlensaurem Natron und behandelt das Gemisch vor dem Löthrohr im Reductionsfeuer. Der Schwefel bleibt dann in dem Natron und der Antimongehalt gibt sich durch den äusseren weissen Beschlag zu erkennen. Ist dagegen der Antimongehalt sehr gering, so bekommt man keine sichere Reaction. Man legt dann ungefähr 5 Centigrammen Bleiglanzpulver in eine in die Kohle gemachte Grube, in welche man vorher ein Stück Stahldrath eingelegt hat, bedeckt die Masse mit einem Gemisch von 2 Theilen Soda und 1 Theil Borax, und schmilzt im Reductionsfeuer mit der Vorsicht, dass, was von dem Metall reducirt wird, nicht geröstet werde; das unter der Salzmasse abgeschiedene Bleikorn enthält nun den Antimongehalt. Man scheidet es nach dem Erkalten ab, und schmilzt es auf reiner Kohle mit ein wenig Soda im Reductionsfeuer, wobei sich auf der Kohle auch ein geringer Gehalt an Antimon als Beschlag zeigen kann.

2. Selenmetalle.

Diese werden besser, als alle andere, durch den Geruch erkannt, den sie entwickeln, wenn sie in der äussern Flamme erhitzt werden. Man erkennt sie am besten, wenn die noch heisse Probe unter die Nase geführt wird. Sie riechen dann ganz stark und widerlich nach verfaultem Rettige, und dieser Geruch ist so kennbar, dass dadurch die kleinste Spur von Selenium entdeckt wird.

Mit einem Glase von Kieselerde und Soda geben sie dieselben Reactionen wie Schwefelmetalle, aber die Farbe wird leichter durch ein langdauerndes Blasen zerstört, als die von Schwefel, und wenn sie auf Kohle mit Soda geschmolzen werden, so wird das Metall reducirt, und man erhält Selennatrium, das, mit Wasser befeuchtet und auf Silber gelegt, denselben Fleck macht, wie Schwefelnatrium oder Hepar.

Durch Rösten in einer offnen Glasröhre ist es oft sehr leicht, Selenium in Metallform hervorzubringen. Durch eine gewisse Neigung der Röhre kann man den Luftzug so modificiren, dass die übrigen Stoffe oxydirt werden, während dessen sich das Selenium mit rother Farbe sublimirt. Kommt ein Seleniummetall mit einem Schwefelmetalle vor, so wird das Selenium allein sublimirt, während der Schwefel als schweflige Säure fortgeht. Einige von den schwedischen Bleiglanzarten enthalten eine geringe Menge Selenium, die auf diese Weise dargestellt werden kann. Kommt das Selenium mit Tellur vor, so wird zuerst Telluroxyd sublimirt, und nachher setzt sich, näher der erhitzten Stelle, Selenium als ein rother Anflug ab. Schwefelarsenik wird manchmal eben so wie Selenium sublimirt, aber in diesem Falle gibt die Probe einen Geruch von Arsenik und nicht von Selenium.

3. Arsenikmetalle.

Das Arsenik wird durch den Geruch entdeckt, den es entwickelt, wenn auf die Probe geblasen wird, wobei man bedenken muss, dass es nicht die arsenige Säure, sondern das in Gasform verwandelte metallische Arsenik ist, das nach Knoblauch riecht. Wenn der Arsenikgehalt bedeutend ist, so raucht die Probe stark, und der Arsenikgeruch wird

in einer grossen Entfernung wahrgenommen. Ist er geringer, so muss man nach einem guten Reductionsfeuer die noch glühende Probe unter die Nase führen, und bei einem sehr geringen Arsenikgehalt merkt man den Geruch nach Arsenik nicht eher, als bis die Probe im Reductionsfeuer mit Soda behandelt worden ist. Der Arsenikgeruch ist ein so empfindliches Reagens, dass, wenn man z. B. ein kleines Stückchen Papier nimmt, das auf gewöhnliche Art mit Smalte gebläut worden ist, es verbrennen lässt, nachher die kohlige Masse sammelt und heftig mit Reductionsfeuer darauf bläst, man den Geruch von der geringen Menge Arsenik erkennt, das sich in der Smalte findet, wenn die Probe unter die Nase geführt wird.

Wenn man die Arsenikmetalle röstet, so fängt man am besten die Röstung in einer Röhre an, wobei das meiste Arsenik in der Röhre als ein weisses krystallinisches Sublimat von arseniger Säure bleibt und sich nicht mit der Luft des Zimmers vermischt. Dabei kann auch ein Geruch von schwefliger Säure besser erkannt werden, da das Gas seinen Arsenik an das Glas absetzt. Wenn das meiste Arsenik auf diese Art abgeschieden worden ist, wird die Röstung auf Kohle vollendet, aber dazu bald Oxydations-, bald Reductionsfeuer angewandt, weil ein Theil vom Arsenik von den Metalloxyden als Säure gebunden wird; dieser muss dann durch Reductionsfeuer zu Arsenikmetall zurückgeführt werden, das nachher im Oxydationsfeuer von Neuem geröstet wird. Es ist beinahe noch nothwendiger, das Arsenik als den Schwefel zu verjagen, vorzüglich zu den Reductionsversuchen, weil die Metalle, die reducirt werden, bei einem Arsenikgehalt weit schwerer erkannt werden können.

Bei der Röstung von arsenikhaltigen Stoffen muss man sich nicht unnöthigerweise den Dämpfen von Arsenik aussetzen, die immer schädlich sind, obgleich ich gestehen muss, dass ich manchmal im Zimmer eine Luft voll von Arsenikgeruch gehabt habe, ohne doch irgend eine Wirkung davon zu verspüren, und ich habe mit Verwunderung die Luft um die Silberhütten in der Nähe von Freiberg ganz stark nach Arsenik riechend gefunden, ohne dass schädliche Wirkungen davon bei den Arbeitern verspürt werden, welche beinahe alle Tage dieser Atmosphäre ausgesetzt sind.

4. Antimonmetalle.

Diese geben beim Rösten in der offnen Glasröhre einen Antimonrauch, dessen Verhalten indessen ungleich ist nach den verschiedenen Metallen, womit das Antimon vereinigt ist. Wenn die Metalle sehr oxydirbar sind, so wird antimonige Säure gebildet, und in diesem Falle ist der Rauch unschmelzbar und feuerfest. Vom Kupfer und Silber verfliegt das Antimon, bildet Oxyd und bringt auf dem Glase ein flüchtiges Sublimat hervor. Der Rauch, der aus der Röhre aufsteigt, hat einen deutlichen und reinen sauren Geruch, der dem Oxyde oder der antimonigen Säure anzugehören scheint.

5. Tellurmetalle.

In einer Glasröhre geröstet, geben sie im obern Theile der Röhre denselben Anflug wie reines Tellur (man sehe bei Wismuth). Der Rauch, der aus dem Glase geht, hat einen eignen sauren Geruch, wie der vom Antimonrauch. Riecht er nach Rettig, so enthält die Probe Selenium. Der Anflug von Telluroxyd unterscheidet sich von dem der arsenigen Säure dadurch, dass ersterer nicht krystallinisch ist und sich schmelzen lässt, da hingegen letzterer krystallinisch ist und ohne zu schmelzen verfliegt.

Tellurmetalle mit Soda und fein geschabter Kohle in einer unten zugeschmolzenen Röhre erhitzt, wie es schon bei der Tellursäure angeführt worden ist, geben Tellurnatrium, welches man nach der Abkühlung der Röhre mit ein Paar Tropfen gut ausgekochten Wassers auflösen und dann an der Purpurfarbe leicht erkennen kann. Da aber Tellurmetalle nicht selten auch Schwefel enthalten, so bekommt man ein Gemenge von Tellurnatrium mit Schwefelnatrium, dessen gelbe Farbe mit der schönen rothen des Tellurnatriums gemengt, diese zuweilen nur orangeroth macht.

6. Kohlenmetalle.

Solche Kohlenmetalle, deren Zusammensetzung der der Schwefel- und Antimonmetalle entspricht, d. h. von welchen kohlensaure Salze gebildet werden können, kommen im Mineralreiche nicht vor. Sie können durch Kunst hervorge-

bracht werden, durch trockne Destillation gewisser vegetabilischer Metallsalze, oder durch die Cyanüre einiger Metalle in bedeckten Gefässen. Diese haben dann die Brennbarkeit der Kohle, lassen sich wie Zunder anzünden, und verbrennen, indem sie die Metalloxyde zurücklassen; dies beruht indessen vorzüglich auf ihrer losen Textur.

Eigentlich hat man für Kohle kein anderes Kennzeichen auf dem trocknen Wege, als dass sie nach und nach verbrennt, ohne Geruch und Rauch, und dass sie, wenn sie mit Salpeter gemengt ist und im Platinlöffel oder auf Platinblech erhitzt wird, detonirt und kohlensaures Alkali gibt.

C. Reactionen für Säuren in Salzen.

Durch das, was ich im Vorhergehenden angeführt habe, das Verhalten der Oxyde für sich selbst betreffend, ist man im Stande, in den salzartigen Verbindungen die Beschaffenheit der Basis des Salzes zu entdecken, besonders, wenn dies ein Metalloxyd ist; es bleibt nun noch übrig, Vorschriften darüber zu geben, wie die Säuren oder der elektronegative Bestandtheil der Verbindung entdeckt werden soll. Um zu finden, ob der Körper, den man untersuchen will, eine mineralische Säure enthält, schmilzt man ihn nach Smithson's Angabe auf Platinblech mit Soda. Man löst darauf das Geschmolzene in Wasser auf, tröpfelt einen klaren Tropfen davon auf Glas, sättigt ihn mit Essigsäure und setzt eine Auflösung von Bleizucker hinzu. Alle mineralischen Säuren, Salpetersäure ausgenommen, geben auf diese Weise Fällungen.

1. *Schwefelsäure* wird in den schwefelsauren Salzen entdeckt, wenn man zu einer zusammengeschmolzenen Kugel von Soda und Kieselerde eine äusserst geringe Spur von dem Salze setzt, das geprüft werden soll, oder wenn es mit Soda vor der Zusammenschmelzung mit Kieselerde gemengt wird. Das letztere geht leichter, aber das erstere gibt ein sichereres Resultat. Die Schwefelsäure wird reducirt, und es wird Schwefelnatrium gebildet, wodurch das Glas durch den ungleichen Zusatz entweder dunkelbraun wird oder farblos in der Schmelzung, aber bei der Abkühlung eine rothe oder dunkelgelbe Farbe annimmt. Man ent-

deckt auch die Schwefelsäure auf die Weise, dass man das Salz im Reductionsfeuer mit Soda zusammenschmilzt, es von der Kohle abnimmt, und es befeuchtet auf ein Silberblech legt, das davon schwarz oder dunkelgelb wird.

2. *Salpetersaure Salze* werden durch die Detonation erkannt, die sie mit Kohle verursachen, wenn sie schmelzbar sind. Die, welche nicht schmelzen, werden nach vollkommner Austrocknung bis zum Glühen in einer an einem Ende zugeblasenen Glasröhre erhitzt, wodurch die Röhre sich schnell mit einem dunkelgelben Gase von salpetriger Säure anfüllt.

3. *Chlormetalle.* Ich habe viele fruchtlose Versuche angestellt, um ein Reagens für Chlor auf trocknem Wege zu finden. Eine Anmerkung von Bergman, dass das Chlorkupfer die Flamme grün färbt, was kein Kupfersalz von einer Mineralsäure bewirkt, veranlasste folgenden Versuch, welcher gegen alle Vermuthung glückte. Man löst Kupferoxyd in Phosphorsalz auf, so dass man eine tief dunkelgrüne Perle bekommt. Darauf setzt man den Stoff hinzu, der auf Chlor geprüft werden soll, und bläst darauf. Enthält die Probe Chlor, so umgibt sich die Perle mit einer schönen blauen, in die Purpurfarbe sich ziehenden Flamme, und dies währt so lange, als noch irgend etwas Chlor übrig ist. Keine von den Säuren, die im Mineralreiche vorkommen, bringen etwas Aehnliches hervor, und die, deren Kupfersalze für sich selbst der Löthrohrflamme eine Farbe geben, geben keine, wenn sie zu Phosphorsalz gesetzt werden. So z. B. färbt sich die Löthrohrflamme stark grün, von dem erdförmigen Fossile, in welchem das blaue, kohlensaure Kupfer bei Chessy in Frankreich vorkommt; aber wenn man Phosphorsalz hinzusetzt, das vorher mit Kupferoxyd gesättigt worden, so zeigt sich kein Zeichen von Färbung in der Flamme. Es gibt noch eine andere Art, um Chlormetalle zu entdecken, wenn sie im Wasser löslich sind, die darin besteht, dass man auf ein blankes Silberblech etwas schwefelsaures Eisenoxydul oder Kupferoxyd legt, einen Tropfen Wasser darauf tröpfelt und das Chlormetall hineinlegt, worauf das Silber nach einer Weile sich mit der schwarzen Farbe schwärzt, die man auf Bronce-Arbeiten anwendet.

4. *Brommetalle* geben mit Phosphorsalz und Kupferoxyd so wie auch mit Kupfervitriol auf Silberblech dieselben Reactionen, wie die Chlormetalle; aber die blaue Farbe, welche die Flamme annimmt, zieht sich nicht in's Purpurfarbene, sondern in's Grüne, vorzüglich an den Kanten. Um mit Sicherheit die Brommetalle von den vorhergehenden zu unterscheiden, schmilzt man sie mit saurem schwefelsauren Kali (beide im wasserfreien Zustande) in einem kleinen Glaskolben mit langem Halse. Es entwickelt sich dann Brom und schweflige Säure, und der Kolben füllt sich mit einem gelben Gase an, das deutlich am Geruch erkannt werden kann, ungeachtet es mit schwefliger Säure gemengt ist. Die Farbe des Gases erscheint nicht recht deutlich bei Kerzenlicht, weshalb diese Probe bei Tageslicht vorgenommen werden muss.

5. *Jodmetalle* geben, auf dieselbe Art wie die Chlormetalle geprüft, der Flamme eine äusserst schöne und stark grüne Farbe. Man muss indessen dabei bedenken, dass manchmal das Phosphorsalz im Anfange der Schmelzung schwache grünliche Flämmchen von verbrennendem Ammoniak ausstösst und im starken Reductionsfeuer einen grünlichen Schein gibt, aber dieser kann nicht verwechselt werden mit dem Glanze des grünen Feuers, das von einem Jodmetalle hervorgebracht wird. Jodmetalle, mit saurem schwefelsauren Kali in einem Glaskolben zusammengeschmolzen, geben ein violettes Gas, und es sublimirt sich Jod, während sich schweflige Säure entwickelt.

6. *Fluormetalle.* Nachdem man angefangen, das Fluor in so vielen Mineralien zu finden, wo man vorher seine Gegenwart nicht geahnet, wie z. B. im Wawellit, in der Hornblende, im Glimmer, so ist es auch von Gewicht, seine Gegenwart durch das Löthrohr erforschen zu können. Dies ist indessen minder leicht bei solchen Verbindungen, wo es einen wesentlichen Bestandtheil ausmacht, wie z. B. beim Flussspath, Topas, Kryolith u. s. w., weil die Fluorwasserstoffsäure hier von der Hitze nicht so ausgejagt wird, wie da, wo sie blos ein zufälliger Bestandtheil zu sein scheint, wie z. B. im Glimmer und in der Hornblende, bei welchen, zufolge der veränderten relativen Lage der Bestandtheile,

die bei der Glühung entsteht, die Fluorwasserstoffsäure gewöhnlich mit Kieselerde entweicht.

Im ersten Falle mengt man die Probe mit vorher geschmolzenem Phosphorsalze, und erhitzt sie am Ende einer offnen Glasröhre, so dass ein Theil von dem Luftstrome der Flamme in die Röhre getrieben wird. Dadurch wird wasserhaltige Fluorwasserstoffsäure gebildet, die innerhalb der Röhre streicht, und sowohl durch ihren eignen Geruch erkannt werden kann, als auch dadurch, dass das Glas inwendig angegriffen, und seiner ganzen Länge nach matt wird, vorzüglich an solchen Stellen, wo sich Feuchtigkeit absetzt. Bringt man mit der ausstreichenden sauren Luft ein befeuchtetes Fernambuckpapier in Berührung, so wird dieses gelb *). Smithson macht diese Probe auf die Weise, dass er an dem unteren Ende der Glasröhre mit einem Metalldrath ein Platinblech befestigt, so dass es eine halbe Röhre ausmacht, oder einen Canal aussen vor der Glasröhre. In diesen offnen Canal wird die Probe hineingelegt, und darauf geblasen, so dass das Product des Blasens in die Glasröhre hineingetrieben wird. Bei der Hitze, welche die Probe erhalten kann, soll nach seiner Angabe die Fluorwasserstoffsäure aus dem Flussspath und Topas ohne Mitwirkung des Phosphorsalzes ausgetrieben werden. Smithson ändert dies auch so ab, dass er mit einem Metalldrathe die Röhre in einem Bouteillenkork befestigt, und der untern Oeffnung der Röhre gegenüber, die Probe mit etwas Thon auf das Ende eines Platindraths anheftet, der auch in den Kork gesteckt wird, welcher in die Hand genommen und so gewendet wird, dass beim Blasen auf die Probe die Flamme in die Röhre getrieben wird.

Wenn die Fluorwasserstoffsäure in geringer Menge in

*) Nach Bonsdorff's Versuchen haben mehrere Säuren, wie z. B. Fluorwasserstoffsäure, Phosphorsäure und Oxalsäure, die Eigenschaft, dem Fernambuckpapier eine strohgelbe Farbe zu geben, was nicht geschieht durch Schwefelsäure, Salpetersäure, Arseniksäure und Boraxsäure. Man braucht oft nur, um eine Fluorverbindung zu erkennen, sie auf einem Uhrglase mit Chlorwasserstoffsäure zu befeuchten, und damit nach einer kleinen Weile ein Fernambukpapier zu bestreichen, wo dann die Reaction der Fluorwasserstoffsäure zum Vorschein kommt.

Fossilien vorkommt, wo sie mit schwächeren Basen und zugleich mit einer geringen Portion Wasser verbunden ist, so braucht man blos die Probe in einer zugeblasenen Glasröhre zu erhitzen, in deren offnes Ende man ein befeuchtetes Fernambuckpapier einschiebt. Es wird gewöhnlich kieselhaltige Fluorwasserstoffsäure durch die Hitze ausgetrieben, auf die Glasröhre setzt sich nicht weit von der Probe ein Ring von Kieselerde ab, und das Ende von einem eingeschobenen Fernambuckpapier wird gelb; eine Reaction, die anzeigt, dass die sich verflüchtigende Säure Fluorwasserstoffsäure ist. Auf diese Art kann man z. B. in einem solchen Glimmer Fluorwasserstoffsäure entdecken, der nur $^3/_4$ Procent seines Gewichtes Fluorwasserstoffsäure enthält.

7. *Phosphorsaure Salze.* Die unvermuthete Entdeckung der Phosphorsäure im Wawellit und Lazulith hat die Nothwendigkeit gezeigt, ein Reagens für diese Säure zu finden, vorzüglich weil sie durch ihre Eigenschaft, mit den Erdarten gefällt zu werden, der Aufmerksamkeit der Chemiker leicht entgeht. Das bekannte Verhalten in Verbindung mit Bleioxyd veranlasste mich, zu versuchen, mit Hülfe von Blei oder Bleioxyd eine Methode zu finden, um sie zu entdecken, was jedoch, ausser bei dem phosphorsauren Kupferoxyd, ohne alle Wirkung blieb, wenn ich nicht vorher auf nassem Wege die Phosphorsäure mit Bleioxyd zu verbinden suchte, was wiederum ganz ausser dem Kreise dieser Reactionsversuche liegt. Nach vielen misslungenen Versuchen fand ich endlich folgenden Ausweg, der recht gut seinem Endzwecke entspricht. Man löst die Probe in Boraxsäure auf, und wenn die Masse recht gut zusammengeschmolzen ist, schiebt man ein Stück eines feinen Eisendrathes, etwas länger als der Durchmesser der Kugel, hinein, und gibt ein gutes Reductionsfeuer. Das Eisen oxydirt sich auf Kosten der Phosphorsäure, wodurch boraxsaures Eisenoxydul und Phosphoreisen entstehen. Das letztere schmilzt bei einer guten Hitze, und die Probe, die vorher am Eisendrath sich herunterzog, bekommt ihre runde Gestalt wieder, so wie das Phosphoreisen schmilzt. Bei der Abkühlung der Kugel sieht man gewöhnlich in dem auf der Kohle befestigten Theile ein Aufglühen, das von der Krystallisation des Phosphoreisens herrührt. Die Glaskugel wird von der Kohle genom-

men, auf den Amboss gelegt, wo sie, mit Papier bedeckt, durch einen leichten Hammerschlag entzwei geschlagen wird, wobei sich das Phosphoreisen als ein rundes metallisches Korn abscheidet, welches sich nun an die Spitze des magnetischen Messers hängt, unter dem Hammer zerspringt und Eisenfarbe im Bruche hat. Nach dem ungleichen Eisengehalte ist diese mehr oder minder spröde, und manchmal lässt sich das Korn platten und verträgt einen stärkeren Hammerschlag, ehe es zerspringt. Wenn hingegen die Probe keine Phosphorsäure enthält, so fällt der Eisendrath heraus mit Beibehaltung seiner Drathform und seiner glänzenden Oberfläche, und ist nur an den Enden verbrannt, die aus der Kugel hervorragten. Ein so geringer Gehalt von Phosphorsäure, dass diese nur 4 bis 5 Procent beträgt, kann auf diese Art nicht entdeckt werden, weil sie nicht so viel Eisen schmelzen kann, um ein sicheres Resultat zu geben.

Es versteht sich von selbst, dass, ehe man eine Probe auf Phosphorsäure macht, man früher untersucht haben muss, ob sich nicht irgend ein anderer Körper findet, der vom Eisen reducirt und damit zu einer Kugel geschmolzen werden kann, wie z. B. Schwefelsäure, Arseniksäure oder solche Metalloxyde, die vom Eisen reducirt werden, denn dann bekommt man ihre Radicale mit Eisen verbunden.

8. Für kohlensaure Salze gibt es kein Reagens auf trocknem Wege, das die gewöhnliche leichte Art, auf nassem Wege sie mit einem Tropfen Chlorwasserstoff- oder Salpetersäure zu untersuchen, entbehrlich machen sollte.

9. Für Borsäure in den boraxsauren Salzen hat Turner folgende Probe angegeben: Man mengt einen Theil feingeriebenen Flusspath mit $4^1/_2$ Theilen saurem schwefelsauren Kali, und von diesem Fluss wird ein Theil mit einem Theile der Probe und etwas Wasser zu einer Masse gemengt, die auf einen Platindrath genommen und nach dem Trocknen der Flamme des Löthrohrs, etwas innerhalb vor der Spitze der blauen Flamme, das heisst näher dem Dochte, als dieser Spitze, ausgesetzt wird. Nachdem die Masse geschmolzen ist, erscheint während eines Augenblicks eine reine grüne Farbe rund um die Flamme, welche sogleich verschwindet, nicht mehr wiederkommt, und daher im Schmelzungsaugenblicke beobachtet werden muss. — Die Theorie

hiervon ist die, dass Fluorborsäure gebildet und ausgejagt wird, und die Flamme in dem Augenblick, in welchem sie sich verflüchtigt, färbt.

10. Hydrate oder die Verbindungen des Wassers mit oxydirten Körpern werden leicht entdeckt, wenn die Probe in einem kleinen Glaskolben erhitzt wird, wobei die geringste Spur von Wasser sich in dem Halse des Kolbens zu erkennen gibt. Wenige Stoffe sind so frei von hygrometrischer Feuchtigkeit, dass sie nicht eine Spur von Wasser bei diesen Versuchen geben sollten.

11. Silicate werden vom Phosphorsalze so zersetzt, dass die Kieselsäure abgeschieden wird, und die Basen mit der freien Säure im Phosphorsalze verbunden werden. Wenn man eine geringe Menge von Phosphorsalz hinzusetzt, so kommt es oft, dass die Kieselsäure im Ausscheidungsmomente anschwillt und die fliessende Masse absorbirt. Wenn mehr Fluss hinzugesetzt wird, so kann man sie zu einer Kugel bekommen, in der eine aufgeschwollene, halbdurchsichtige Kieselsäure schwimmt. Man sieht dies besser, wenn das Glas glüht, als wenn es kalt ist. Mit einem grossen Theile von Silicaten trifft es oft ein, dass das Glas, wenn es in der Schmelzung klar ist, bei der Abkühlung opalisirt. Dies findet bei reiner Kieselsäure nicht statt. Wenn die Probe nur eine Spur von Kieselsäure enthält, so wird diese gewöhnlich ganz und gar im Flusse aufgelöst.

Jeder erd- oder steinartige Stoff, der mit Soda unter Brausen zu einem klaren Glase schmilzt, das bei der Abkühlung klar bleibt, ist entweder Kieselsäure oder ein Silicat, in dem der Sauerstoff der Kieselsäure gewöhnlich wenigstens doppelt so gross ist, als der der Base. Das Glas, das mit Soda und Kieselsäure gebildet wird, hat das Vermögen, die Basis auch aufzulösen, die die Soda aus der Verbindung mit Kieselsäure abgeschieden hat. Wenn hingegen die Probe eine geringere Menge Kieselsäure enthält, so dass z. B. der Sauerstoff der Kieselsäure dem der Basis gleich ist, so wird das Silicat wohl zersetzt und ein Glas gebildet, aber die Menge reicht nicht hin, die abgeschiedene Basis aufzulösen, in deren Zwischenräumen das Glas eingesogen wird. Hierbei tritt oft eine Erscheinung ein, die sehr paradox aussieht: dass nämlich ein Fossil mit einer geringen Menge Soda zu

einem klaren Glase schmelzen kann, das aber von etwas mehr Soda unklar und von noch mehr unschmelzbar wird. Dies tritt gewöhnlich bei schmelzbaren Silicaten ein, deren Basen, obgleich sie für sich selbst nicht schmelzbar sind, mit der Kieselsäure ein Glas wie mit Soda geben. Ein kleiner Zusatz von Soda scheidet wohl etwas von den unschmelzbaren Basen ab, aber sie erhalten sich noch aufgelöst. Je mehr Soda zugesetzt wird, desto mehr scheidet sie von der Basis ab, und die Masse gesteht endlich zu einem aufgeschwollenen Klumpen.

Dieses relative Verhalten nach dem ungleichen Kieselgehalt bei derselben Basis gilt ohne Ausnahme, aber ungleiche Basen verhalten sich in dieser Hinsicht ungleich. Da die Silicate gewöhnlich Doppelsalze, und die Basen oft in ungleichen Proportionen vereinigt sind, so kommt es oft, dass zwei Basen, die in einem gewissen gegenseitigen Verhältniss leicht ein Glas mit Soda geben, es oft weit schwerer in einem andern thun. Sind z. B. die Basen $C + 3A$, so bekommt man ein Glas von Silicat eben so wohl, wie von einem Bi- oder Trisilicat. Sind sie hingegen $C + 2A$, so gibt das Silicat kein Glas mit Soda. Sind die Basen $C + M$, so gibt das Silicat sehr schwer ein Glas mit Soda, und sind sie $C + 2M$, so bekommt man kein recht gut fliessendes Glas von Bisilicat. Sind sie $C + f$ oder $C + mg$, so geben sie wiederum ein Glas mit Leichtigkeit. Da man bei einem grossen Theile der am häufigsten vorkommenden Silicate angefangen hat, von den Proportionen der Kieselsäure auf die krystallinische Gestalt zu schliessen, so wird die Schmelzbarkeit mit Soda eine gute Art, um in einigen Fällen die relativen Quantitäten der Basen annähernd zu bestimmen.

12. Selensaure, arseniksaure, molybdänsaure, wolframsaure, chromsaure, titansaure und tantalsaure Salze werden auf die Art, wie es schon im Vorhergehenden gezeigt worden, erkannt; nämlich die selensauren und arseniksauren am Geruche im Reductionsfeuer, eben so wie die Selen- und Arsenikmetalle, und die übrigen durch die Reactionen, die ihre Säuren hervorbringen, auf die Art, wie es bei jeder einzeln angeführt worden.

Das Verhalten der Harnsteine vor dem Löthrohr habe ich bereits im IX. Bande pag. 515 u. folg. beschrieben.

Lutum, lutiren, siehe ***Kitt.***

Maass, Kubikmaass. — Um bei chemischen Untersuchungen die Menge der wirkenden Körper zu bestimmen, gebraucht man entweder das Maass oder das Gewicht. Das letztere ist allein ganz sicher, das erstere aber ist, nach der Temperatur, Veränderungen unterworfen. Dessen ungeachtet ist es oft von grosser Wichtigkeit, dass man ein Volumen mit Genauigkeit bestimmen, oder ein gegebenes Maass auf ein anderes Maass oder auf Gewicht reduciren könne.

Das Körpermaass richtet sich in den meisten Ländern nach dem Längenmaass, und ist der Kubus von diesem. Bei uns (in Schweden) ist der Fuss die Einheit, zwei Fuss machen eine Elle, und sechs Fuss einen Faden. Der Fuss wird entweder in 12 Werkzoll oder in 10 Decimalzoll getheilt. Der Decimalzoll wird in 100 Linien, und der Werkzoll in Achtel getheilt. Beim Kubikmaass braucht man hauptsächlich die Decimaltheilung. 100 Decimalkubikzoll machen eine Kanne, und 10 Kannen machen einen Kubikfuss. Dagegen gehen 172,8 Cubikwerkzoll auf eine Kanne. Die Kanne, welche im gemeinen Leben als die Maasseinheit angesehen werden kann, theilt sich in 2 Stoop, 8 Quartier und 32 Jungfern. Diese werden indess nicht als wissenschaftliche Maasse gebraucht, bei wissenschaftlicher Messung ist der Decimalcubikzoll die Einheit, nach der Alles bestimmt wird. — Die Abtheilungen des schwedischen Kannenmaasses ersieht man aus folgender Uebersicht:

Kanne.	Stoope.	Halbe Stoope.	Quartiere.	Jungfern.	Cubikdecimalzoll.	Cubikwerkzoll.
1	2	4	8	32	100	172,8
	1	2	4	16	50	86,4
		1	2	8	25	43,2
			1	4	12½	21,6
				1	3⅛	5,4

Bei unserer Art des Messens kommt es natürlicherweise auf die Richtigkeit des Maasses an, und dabei stellt sich die grosse Schwierigkeit ein, dass es nur durch Vergleichung

mit einem andern Maasse justirt werden kann, das vielleicht auch fehlerhaft ist. Bei uns haben Maasse und Gewichte sich lange nach dem Normalgewichte und Normalmaasse gerichtet, welches unter dem Namen *Reichsgleicher* (Rikslikare) im Königl. Kammer-Collegio aufbewahrt wird, und mit welchem alle zum Verkauf angefertigten Maasse und Gewichte von einem eigens dazu angestellten Beamten verglichen werden müssen. Findet dieser sie richtig, so werden sie gestempelt, gewöhnlich mit drei Kronen und der Jahreszahl. Ein so justirtes Maass nennt man deshalb ein *gekröntes*. Diese gekrönten Maasse haben die Genauigkeit, welche erfordert wird, um im Handel keinen Anlass zu Betrügereien zu geben; aber zu der Genauigkeit, welche bei chemischen Versuchen erfordert wird, sind sie meistens unzulänglich.

Späterhin ist das Maass auf Befehl der Regierung auf eine natürliche Einheit zurückgeführt worden, nämlich auf die Länge des Pendels, welcher an der Meeresfläche und in der Breite der Stockholmer Sternwarte, die 59° 20′ 34″ nördlich ist, zu jeder Schwingung eine Zeitsecunde gebraucht. Messungen von Svanberg und Cronstrand haben ausgemacht, dass ein schwed. Fuss ist 0,3757364 von der Länge des angeführten Secundenpendels, d. h., dass die Länge des Secundenpendels 33,505574 Schwedische Decimalzolle beträgt, und dass 100 Cubikzoll, d. h. eine Kanne destillirten Wassers bei + 16°,66, wiegt 6,151951 schwedische Pfund, wodurch das Gewicht mit dem Längenmasse Zusammenhang bekommen hat.

In Frankreich hat man, seit dem Jahre 1794, ein neues Maass- und Gewichts-System eingeführt, welches zwar den grossen Vorzug besitzt, sich auf etwas Unveränderliches zu gründen, welchem aber doch die gute Eigenschaft fehlt, dass seine Grösse anders als durch ein geeichtes Maass oder Gewicht controlirt werden kann. Die Einheit des neuen französichen Maasses heisst *Mètre*, und beträgt ein Zehnmillionstel des nördlichen Quadranten unserer Erdkugel, d. h. des Bogens, welcher vom Aequator zum Nordpol gezogen wird. Die Grösse desselben ist von französischen Astronomen bestimmt durch Messung von zwei Zehntel seiner Länge, von Dünkirchen bis Barcellona. Der Meter ist

ist 36,941333 pariser Zoll, 33,681256 schwedische Decimalzoll, 39,37079 englische Zoll lang.

Der Meter wird in Zehntel, Hundertel und Tausendtel getheilt, welche *Decimeter*, *Centimeter* und *Millimeter* genannt werden. Sein Multiplum mit 10 heisst *Decameter*, das mit 100 *Hectometer*, das mit 1000 *Kilometer*, und das mit 10000 *Myriameter*.

Sowohl zum Vergleiche der Maasse, welche in verschiedenen Ländern Fusse genannt werden, als auch um deren Verhältniss zum Meter kennen zu lernen, gebe ich folgende Tafel, welche zeigt, wie viel in den nachstehenden Ländern ein Fuss in Millimetern beträgt *).

Ein Fuss beträgt in	Millimeter.	Ein Fuss beträgt in	Millimeter.
Amsterdam . .	283,1066	Hamburg . . .	286,4903
Augsburg . .	296,1904	Hannover . .	292,1298
Bayern . . .	291,8593	Leipzig . . .	282,6555
Berlin	313,7502	Mähren . . .	295,9648
Böhmen . . .	296,4160	Nürnberg . .	303,8604
Breslau . . .	284,2345	Portugal . . .	338,6000
Brüssel . . .	291,0020	Rheinländ. Fuss	313,8536
Krakau . . .	356,4211	Rom	223,3282
Dänemark . .	313,8536	Russland . . .	538,2409
Dresden . . .	283,1066	Schweden . .	296,9039
England . . .	304,7625	Spanien . . .	282,6554
Florenz . . .	550,6371	Tyrol	314,1109
Frankfurt a. M.	286,4903	Venedig . . .	347,7588
Frankreich (älteres Maass)	324,8394	Warschau . .	356,4212
Gotha	287,6183	Wien	316,1023
		Zürich . . .	300,9275

Das *französische Flächenmaass* wird auch nach Metern berechnet; allein dessen Einheit heisst *Are* und ist gleichbedeutend mit Quadratdecameter. *Hectare* bedeutet 100 solcher Quadratdecameter; man hat auch *Kilare*, *Myriare*, *Deciare*, *Centiare*, *Milliare*.

Das *französische Cubikmaass* wird bestimmt in Cubikmetern, Cubik-Deci-, Centi- und Millimetern. Ein Cubikmeter heist *Stère*, dient aber nur zum Messen trockner Stoffe. Für Flüssigkeiten ist die Maasseinheit der *Cubik-*

*) Entnommen aus Baron von Vega's: natürliches Maass-, Gewichts- und Münzsystem; herausgegeben von A. Kreil. — Wien, 1803.

decimeter, welche den Namen *Liter* erhält, und 38,2089164 schwedische Decimalcubikzoll, oder 0,38209 Kanne, oder 0,22009667 englische Gallonen beträgt. Der Liter wird getheilt in *Deciliter* = 3,821 Decimalcubikzoll, *Centiliter* = 0,3821 Decimalcubikzoll, und *Milliliter* = 0,03821 Decimalcubikzoll. 10 Liter machen einen *Decaliter* = 3,82089 Kannen, 100 einen *Hectoliter* = 38,2089 Kannen, 1000 einen *Kiloliter* = 382,089164 Kannen, und 10000 einen *Myrialiter* = 3820,89164 Kannen.

Das *alte französiche Maass* für Flüssigkeiten in kleinen Quantitäten hatte zur Einheit die *Pinte* = 35,5847 schwedische Decimalcubikzoll = 0,93132 Liter = 46,95 französische Cubikzoll. (Es gibt indess auch eine Pinte, die von Beaumé und vermuthlich auch allgemein von den französischen Apothekern gebraucht worden ist, welche, beim Frostpunkt, 32 Unzen Wasser enthält, und gleich ist 49,52 französische Cubikzoll = 38,576 schwedische Decimalcubikzoll). Eine Pinte hielt 2 *Chopinen*, deren jede = 17,79 schwed. Decimalcubikzoll, und die Chopine wiederum 8 *Poisons*. Ein Poison war folglich = 2,224 schwedische Decimalcubikzoll. Acht Pinten machten einen *Septier* oder *Velte*, und 36 Veltes einen *Muid de vin*. Das französiche Maass für trockne Waaren, z. B. für Getreide, hiess Litron = 40,291 französische Cubikzoll = 33,493 schwed. Cubikzoll. Die beifolgende Tafel gibt einen Ueberblick der Eintheilung des alten französischen Maasses:

						Schwed. Dec.-Cubikzoll.
1 Poison					=	2,245
4 =	1 Chopine				=	17,79
8 =	2 =	1 Pinte			=	35,58
64 =	16 =	8 =	1 Septier		=	284,64
2304 =	576 =	288 =	36 =	1 Muid de vin	=	10247,04.

Litron.					
4 =	1 Quart				
16 =	4 =	1 Boisseau			
48 =	12 =	3 =	1 Minot		
96 =	24 =	6 =	2 =	1 Mine	
192 =	48 =	12 =	4 =	2 =	1 Setier de Bled.

Das alte französische Längenmaass hat den *Fuss* (Pied de Roi) zur Einheit. Der Fuss hat 12 Zoll, und der Zoll wiederum 12 Linien. Sechs Fuss machen eine *Toise*. Die

Aune hielt 3 Fuss 7 Zoll und 10½ Linie franz. Maass, war aber nach den zu messenden Stoffen verschieden.

Ein franz. Fuss = 10,941 schwed. Decimalzoll = 12,785 engl. Zoll. Ein franz. Zoll = 0,91175 schwed. Decimalzoll. Ein franz. Cubikzoll ist folglich = 0,757927 schwed. Cubikzoll. Ein franz. Cubikfuss Wasser wiegt, nach du Hamel, 641376 pariser Gran.

Das *englische Längenmaass* hat die *Yard* zur Einheit. Nach Kater's Messung ist sie = 0,3047944936 Meter lang. Sie wird in 3 *Fuss* getheilt, der Fuss in 12 *Zoll*, und der Zoll in 12 *Linien*. Sechs Fuss machen einen *Fathom* oder Faden. Die Grösse des englischen Längenmaasses ist so bestimmt, dass der Secundenpendel in der Breite von London, an der Meeresfläche und im luftleeren Raum, 39,1329 engl. Zoll lang ist.

Ein englischer Fuss = 10,265866 schwed. Decimalzoll = 11,2632 franz. Zoll. Ein engl. Zoll = 0,855484 schwed. Decimalzoll, und ein schwed. Decimalzoll = 1,16843 engl. Zoll. Ein engl. Cubikzoll = 0,62674 schwed. Decimalcubikzoll und ein schwed. Decimalcubikzoll = 1,5972 engl. Cubikzoll. Ein engl. Cubikzoll destillirten Wassers wiegt bei 62° Fahr. und 30 engl. Zoll Barometerstand 252,458 engl. Troy-Gran (siehe *Gewicht*).

Das engl. Maass für Flüssigkeiten (Imperial standard measure) hat zur Einheit die *Gallone*, welche, bei + 62° Fahrenheit und 30 Zoll Barometerstand, 10 Pf. Avoir-du-poids-Gewicht destillirten Wassers fasst. Sie enthält 277,2738435 engl. Cubikzoll = 144,766 schwed. Decimalcubikzoll oder 4,54345794 franz. Liter. Eine *Pinte* hält 8750 Gran Wasser, und also 0,56793224 Liter. Das engl. Hohlmaass besitzt folgende Eintheilungen und folgende Verhältnisse:

Gallon *).	Pint.	Fluid-Ounce **).	Fluid-Drachme.	Engl. Cubikzoll.	Schwed. Decimal-Cubikzoll.
1	8	128	1024	277,274	144,776
	1	16	128	34,65923	18,097
		1	8	2,1662	1,181
			1	0,2708	0,148

*) Auch Wine-gallon, Wine-pint, genannt.

**) Avoirdupois-Gewicht.

Ueberdies sind folgende Maasse gebräuchlich:

	Engl. Cubikzoll.	Schwed. Dec. Cubikzoll.
1 Ale-Gallon	282	173,453
1 Ale-Pint	35,25	21,681
1 Fluid-Ounce Troy .	1,900945	1,191
1 Fluid-Drachm. Troy .	0,2376	0,149

In *Deutschland* sind sehr viele Maasse im Gebrauch, die sämmtlich anzuführen hier zu weitläufig sein würde. Das gebräuchlichste Längenmaass ist der *rheinländische Fuss* = 11 Zoll 7 Linien französisches Maass = 12,341 eng. Zoll = 10,5712 schwed. Decimalzoll. Er hat 12 Zoll, jeden = 0,881 schwedische Decimalzoll. Ein rheinl. Cubikzoll ist = 0,6838 schwed. Cubikzoll, und fasst 274,648 Gran Troy oder 286,31 Gran Nürnberger Gewicht.

Ein *preussischer Fuss* ist = 0,3137945965 Meter, und ein Meter = 3,18679802 preuss. Fuss. Ein *preussischer Kubikfuss* Wasser wiegt bei + 18°75 genau 66 Pfund. Ein *preuss. Kubikzoll* Wasser, bei + 4°,1 C. und im Vacuo, wiegt = 17,8911337109529 Gramm, und bei + 18°,75 = 17,8639622919 Gramm. Er ist = 0,0178911337109529 Liter. Ein preuss. *Quart* Wasser wiegt, bei + 16°25 und 27 preuss. Zoll 10 Linien Barometerstand, = 78,174801 preuss. Loth, und ein preuss. Scheffel, bei derselben Temperatur und Barometerhöhe, 117 preuss. Pfund und 8,366 Loth.

Was die Maasse aller übrigen Orte betrifft, so verweise ich auf die S. 417 gegebene Vergleichung mit dem Meter, mittelst welcher man sie durch eine ganz einfache Rechnung auf schwedisches oder sonst irgend ein Maass reduciren kann.

Maceriren, — einen festen Körper eine Zeit lang bei gewöhnlicher Temperatur der Einwirkung einer Flüssigkeit aussetzen.

Manometer, — ein Instrument zum Messen der Dichtigkeit der Luft, welche nicht im Verhältniss zur Barometerhöhe steht, die nur das Gewicht der ganzen Atmosphäre anzeigt. Es ist klar, dass, da diese, bei gleicher Barometerhöhe, im Sommer eine höhere Luftsäule bildet, als im Winter, die Dichtigkeit der Luft im Winter grösser sein wird, als im Sommer. Auch fand Halley, dass sie im Winter bei strenger Kälte in England um $^1/_{23}$ dichter, und

im Sommer in der grössten Sommerhitze $^1/_{13}$ dünner war, als bei der mittleren Lufttemperatur. Dieses, von Otto von Guericke erfundene Instrument besteht aus einer Kugel von Glas oder Messing, je grösser je besser, die luftdicht verschliessbar ist und an einem Arm einer empfindlichen Waage aufgehängt wird; indem man den andern Arm mit einem Gegengewicht beschwert, beobachtet man alsdann die eintretenden Aenderungen im Gleichgewicht. Ist die Kugel luftleer gepumpt und kennt man ihr absolutes Gewicht und ihren Kubikinhalt, so geben diese Wägungen jedesmal das specifische Gewicht der Luft.

Man hat dieses Instrument so einzurichten gesucht, dass man vermittelst eines an einem Gradbogen sich bewegenden Indexes, ohne Umwechselung von Gewichten, sogleich das Gewicht der Luftkugel ablesen kann, wenn es sich seit der letzten Beobachtung verändert hat. Statt des Gegengewichts schlug Gahn vor, an den anderen Arm einen abgewogenen polirten und graduirten Stahldrath zu hängen, der in Quecksilber tauchte. Indem die Kugel schwerer wird, hebt sie ein entsprechendes Stück des Stahldrathes aus dem Quecksilber, und wird sie leichter, so sinkt dieser tiefer ein.

Marienbad, — siehe *Bad*.

Menstruum, — synonym mit *Auflösungsmittel*.

Mensurgläser — werden in der Pharmacie schmale und hohe Gläser genannt, in denen Flüssigkeiten, statt des langsamern Abwägens, abgemessen werden. Für jede Flüssigkeit von verschiedenem spec. Gewicht muss man ein besonderes Mensurglas haben. Spiritus z. B. kann man nicht mit einem für Wasser bestimmten Mensurglase messen; gleichwohl werden diese Maassgefässe auf diese Art ganz häufig missbraucht, indem man mit ihnen Flüssigkeiten von anderem specifischen Gewicht misst, als wonach sie graduirt sind.

Fig. 1, 2, 3 und 4 Taf. V. zeigen mehrere Arten Mensurgläser. Fig. 1 ist zum Messen von Gasen bestimmt, Fig. 2 ist ein für Flüssigkeiten bestimmtes und von oben herab graduirtes Maassglas. Mit der an der Seite angebrachten Röhre, deren Inhalt mit in die Graduirung eingerechnet ist, wird bezweckt, dass man ausgiessen kann, ohne zu verschütten. Man gebraucht dieses Mensurglas, wenn

man bestimmen will, wie viel zu einer Sättigung, zu einer Fällung u. dgl. erforderlich ist. Man füllt das Glas bis 0, und sieht dann aus dem Uebriggebliebenen die Menge der verbrauchten Flüssigkeit. Fig. 3 und 4 sind graduirte Pipetten, in die man die beabsichtigten Quantitäten aufsaugen kann. Bei Fig. 4 geschieht das Aufsaugen vermittelst übergebundenen Caoutschoucs, welches zuvor mit dem Finger hineingedrückt wird. Es eignet sich gut zur Aufnahme bestimmter Quantitäten von Brom, Schwefelkohlenstoff, starker Lauge von Kalihydrat, Ammoniak u. s. w. Durch Lüftung des Fingers lässt man die Flüssigkeit bis zu der beabsichtigten Gradzahl sich aufsaugen, und nimmt dann die Pipette aus der Flüssigkeit. Ein etwa hineingekommener Ueberschuss lässt sich leicht wieder auspressen.

Mephitisch — sagt man von Luft, die entweder der für die Unterhaltung des Athmens nöthigen Menge von Sauerstoffgas beraubt oder mit erstickenden Gasen, z. B. mit Schwefelwasserstoff, Kohlensäure, Kohlenoxyd u. s. w. vermischt ist.

Messen. — Ich sagte bei *Maass*, dass man bei chemischen Versuchen lieber wiegt als misst; aber zuweilen ist es doch erforderlich zu messen, besonders gasförmige Körper, aus deren specifischem Gewichte man dann das Gewicht derselben berechnen muss. Man hat in neuerer Zeit sehr empfohlen, die Quantitäten durch Messung der Gasvolume zu bestimmen, weil man dabei mit kleinen Quantitäten arbeiten kann, die dennoch, da die Gase so leicht sind, ein so grosses Resultat im Maasse geben. Es hat mir indess immer geschienen, als erhielte man die grösste Sicherheit bei quantitativen Untersuchungen dadurch, dass man, soweit es möglich ist, den Versuch immer so anstellt, dass alle Stoffe gewogen werden können. Man erhält oft mit grosser Bequemlichkeit das Gewicht eines Gases dadurch, dass man den durch seinen Fortgang veranlassten Gewichtsverlust bestimmt. In den Fällen, wo die Gase durch Verschluckung von starren oder flüssigen Körpern abgeschieden werden sollen, habe ich auch geglaubt, eine grössere Sicherheit zu erreichen, wenn ich den Körper, von dem das Gas absorbirt wird, vor und nach der Absorption wog. Jedenfalls ist es ein grosser Vorzug, wenn man zugleich wiegen und

messen kann, und beide Resultate übereinstimmen. Stimmen beide nicht überein, so hängt es vom guten Urtheil ab, welches Resultat man für das richtigste halten will. Ich habe Versuche beschrieben gesehen, wo man ein Gas nicht blos durch Hitze austrieb und den Gewichtsverlust bestimmte, sondern auch sein Volumen durch Messen bestimmte, und danach sein Gewicht berechnete, und wo man das Resultat der Messung, ungeachtet es grösser war, als der Gewichtsverlust des erhitzten Körpers, dennoch für das richtigere ansah. Solche Bestimmungen sind offenbar fehlerhaft.

Bei solchen Analysen, bei denen alle Bestandtheile in Gasform erhalten werden, kann die Messung oft eben so zuverlässig wie die Wägung sein, besonders da man hierbei die Volumen der erhaltenen Gase direct mit einander vergleichen kann. Jedenfalls ist es oft nothwendig, dass man die Gase messen und aus der Messung die Gewichtsmengen berechnen könne. Man muss deshalb mit mehreren Glasglocken von verschiedenem Rauminhalt und im Durchmesser von $^1/_4$ Zoll bis 3 Zoll versehen sein; aber man geht nicht gern darüber hinaus, weil bei einem grösseren Durchmesser die Messung unsicher wird. Diese Messgläser muss man selbst graduiren, um nicht nöthig zu haben, sich auf die Genauigkeit Anderer zu verlassen. Aus einer an einem Ende zugeblasenen Glasröhre macht man sich ein Maass, in welches man so viel Quecksilber einwiegt, als man zur Einheit haben will, z. B. 1, 2, 5 oder 10 Cubikcentimeter, erstere Mengen für das kleinste, letztere für das grösste Messglas. Ferner muss man das specifische Gewicht des angewandten Quecksilbers bestimmen und das Graduiren bei $+ 4^0$ C. Temperatur vornehmen, weil bei dieser Temperatur 1 Gramm Wasser das Volum von 1 Cubikcentimeter einnimmt. Hierauf berechnet man aus dem specifischen Gewicht des Quecksilbers, wie viel von diesem Metalle zur Füllung desselben Volumens nöthig ist, und wiegt diese Menge in die Röhre ein. Die Röhre wird dann so nahe wie möglich an der Oberfläche des Quecksilbers abgeschnitten, und der Ueberschuss alsdann auf einer ebenen Kupferscheibe mit Schmirgel abgeschliffen, so lange, bis das Quecksilber, von dem es bei $+ 4^0$ gefüllt wird, und von dem man das Ueberstehende mit einer eben geschliffenen Glasplatte abgestrichen hat,

genau das erforderliche Gewicht besitzt. Dies erfordert viel Geduld und Vorsicht. Man darf die Röhre nicht mit den Händen anfassen, weil dadurch schon die Temperatur erhöht werden würde. Sobald aber einmal das Maass genau ist, ist seine Anwendung sehr bequem. Will man eine Eprouvette oder eine Gasmessungsröhre graduiren, so befestigt man sie unbeweglich in senkrechter Stellung, mit der Oeffnung nach oben, darauf schüttet man ein abgestrichenes Maass Quecksilber hinein, welches nun jede beliebige Temperatur haben kann, und bemerkt die Stelle, bis zu welcher es aufsteigt. Um dies mit Genauigkeit zu thun, schiebe man auf die Oberfläche des Cylinders einen genau passenden Kupferring, Fig. 5 Taf. V., den man mit einer Schraube befestigen kann. Diesen Ring sieht man in *A* von oben, und in *B* von der Seite. Er hat an zwei gerade gegenüberstehenden Stellen einen Ausschnitt *CD*, welcher genau zu einem kleinen Diamanten passt, mit dem ein Strich gezogen wird. Man schiebt den Ring so weit hinauf, bis man eben durch die beiden gegenüberstehenden Ausschnitte das Licht auf der Oberfläche des Quecksilbers sieht, und schraubt ihn dann fest. Man macht nun mit dem Diamanten an beiden Seiten einen Strich. Gewöhnlich zieht man zuerst auf jeder Seite einen Strich nach der Länge, und dann setzt man den Ring so auf, dass jeder Querstrich an diesem Längenstrich aufhört. Jeden fünften Strich pflegt man etwas länger als die übrigen zu ziehen, und bei jedem fünften oder zehnten setzt man eine Ziffer. Der Zweck des Graduirens auf zwei gegenüberstehenden Seiten ist der, dass man gewiss sei, die Eprouvette beim Gebrauche genau in verticaler Stellung wie beim Graduiren zu haben, was man dadurch erlangt, dass man die Oberfläche des Quecksilbers mit gleichen Abtheilungen der gegenüberstehenden Scalen in Berührung bringt. Einige graduiren zu diesem Ende auf drei Seiten, allein dies ist überflüssig; denn man sieht beim Messen sehr wohl, wenn die Eprouvette rechts oder links neigt, und ob die Theilungsstriche parallel sind mit der Oberfläche des Quecksilbers; man sieht aber nicht, ob die Eprouvette vor- und rückwärts neigt, und dazu dient eben die doppelte Theilung. Bei diesem Graduiren muss man auch darauf sehen, dass in das Maass oder in das Glas, das graduirt werden soll,

keine Luftblasen kommen. Deshalb muss man einen feinen Stahldrath zur Hand haben, an dem unten eine kleine Feder befestigt ist. Diesen schiebt man in das Quecksilber und fährt damit überall am Umfang herum, wo Luftblasen zu sein scheinen, welche dann sogleich aufsteigen. Unterlässt man dies, so kann die Graduirung dadurch beträchtlich fehlerhaft werden. — Wenn man feinere Röhren zu graduiren hat, steht gewöhnlich das Quecksilber sehr convex; um dann keinen zu grossen Fehler zu begehen, bediene man sich, nach Faraday, eines Quecksilbers, worin man in 4000 bis 5000 Gran ein Gran Blei aufgelöst hat. Dadurch erhält es Attraction zu dem Glase und steht mit einer ebenen Oberfläche, wie in einem unreinen Barometer. Man kann auch bei der ganzen Graduirung sich nach dem Scheitel der sphärischen Oberfläche des Quecksilbers richten. Dies bringt nur in der ersten Abtheilung einen Fehler hervor; und dieser Fehler ist $^1/_3$ der Capacität der Röhre auf die Länge, welche die Erhöhung des Quecksilbers einnimmt. Misst man folglich diese Erhöhung genau, so kann man den Fehler auf der Röhre anzeichnen und jedesmal diese kleine Grösse abziehen, die indess in den meisten Fällen ganz vernachlässigt werden kann.

Beim Messen der Gase muss man beobachten: 1) den Barometerstand, und 2) die Temperatur, weil ein und dieselbe Gewichtsmenge eines gasförmigen Stoffes durch eine Veränderung dieser Elemente eine bedeutende Volumenänderung erleidet. Hierbei muss man sich aber versichern, dass das Gas keine andere Temperatur als die umgebende Luft hat, und durch keinen Nebenumstand zusammengedrückt oder ausgedehnt worden ist. Man muss folglich das Maass nicht mit der Hand berühren, nicht einmal mit der Hand zu nahe kommen, und, wenn das Gas bei dem Versuche eine andere Temperatur als die umgebende Luft bekommt, muss man es wenigstens eine Stunde lang und darüber stehen lassen, wenn das Gefäss einen grossen Durchmesser hat. Am schwersten ist indess der Druck zu bestimmen, besonders beim Quecksilber-Apparat; denn wenn die Quecksilberfläche in dem Maasse tiefer steht als ausserhalb, ist das Gas zusammengedrückt, und umgekehrt, wenn das Maass so wenig Gas enthält, dass das Quecksilber inwendig höher

steht als draussen, so ist das Gas ausgedehnt. Das Maass muss dann gesenkt werden, bis die Quecksilberfläche inwendig und auswendig durchaus gleich hoch steht. Man zeichnet dann den Barometer- und Thermometerstand auf. Zuweilen, besonders wenn man Versuche über Quecksilber anstellt, ist die Wanne nicht tief genug, um das Messglas so weit zu senken, dass die Quecksilberfläche innen und aussen gleich hoch zu stehen kommt. Man misst dann, so genau wie möglich, die Höhe der inneren Quecksilberfläche über der äusseren, und zieht diese von dem Barometerstand ab. Wenn z. B. der Barometerstand 25¹/₄ Zoll ist, und das Quecksilber steht in dem Messglase 2¹/₈ Zoll höher, als in der Wanne, so zieht man 2¹/₈ von 25¹/₄ ab, wodurch 23¹/₈ übrig bleiben. Das Gas hat dann aus leicht begreiflichem Grunde dieselbe Dichte, wie wenn es bei einem Barometerstande von 23¹/₈ Zoll gemessen worden wäre. Steht dagegen einmal das Quecksilber inwendig etwas niedriger als aussen, so hilft man diesem dadurch ab, dass man das Messgefäss in die Höhe zieht, bis das Quecksilber an beiden Orten in eine und dieselbe Ebene kommt. In allen Fällen, wo die Quecksilberfläche zwischen zwei Theilstrichen steht, ist es, nach Bischof's Vorschlag, am besten, das Messglas so weit zu heben oder zu senken, bis das Quecksilber genau gegen einen Theilstrich steht, um dann die Höhe des Quecksilberspiegels in dem Glase zu messen. Dadurch vermeidet man eine willkührliche Bestimmung. Wenn so kleine Gasrückstände in einem grösseren Messgefäss zurückbleiben, dass deren Menge nicht mit Sicherheit darin gemessen werden kann, so bringe man sie in ein kleineres Glas, worin sie sich besser messen lassen.

Wenn man die Resultate von Versuchen mit Gasen vergleicht, so muss man sie auf gleichen Barometerstand und gleiche Temperatur bringen. Gewöhnlich reducirt man sie auf 25,5 Zoll (oder 0,76 Meter) Barometerstand und 0° oder zuweilen + 4°,1 Temperatur. Wie diese Berechnungen gemacht werden, ist bereits bei der Bestimmung des specifischen Gewichts der Gase pag. 292 ausführlich angegeben worden.

Mètre, — die Einheit des französichen Längenmaasses, siehe *Maass.*

Mörser, — siehe *Reibschaale*.

Muffel, — wird der Theil in einem Probirofen genannt, in welchen die abzutreibenden Proben, oder überhaupt die zu oxydirenden Substanzen gestellt werden. Sie wird theils von Tiegelmasse, theils von Gusseisen gemacht, und hat die Form eines kleinen Backofens, wie Fig. 6 *A* u. *B* Taf. V. zeigt. Am Boden hat sie kleine Oeffnungen, wodurch sich die Hitze besser mittheilt. Herr Schwartz suchte die Muffeln dadurch zu verbessern, dass er sie mit doppeltem Boden und doppelter hinterer Wand versah, durch welche letztere eine Oeffnung ging, welche die, vorne zwischen den beiden Boden einströmende Luft in den Muffelraum leitete, wie Fig. 6 *C* zeigt. Mit dieser Construction wurde bezweckt, dass die auf diese Weise in die Muffel strömende Luft vorher erwärmt wurde und die zu röstenden oder auf Capellen abzutreibenden Proben nicht abkühlte. Auch ohne Probirofen bedient man sich der Muffeln bei chemischen Untersuchungen zum Rösten oder Glühen in offnen Gefässen, wenn man vor einfallender Asche gesichert sein will, indem man sie auf einen Dreifuss zwischen umher gestellten Ziegelsteinen setzt, und sie von allen Seiten mit Feuer umgibt.

Multiplicator, electromagnetischer, — ist ein ovaler Ring, der durch 100 bis 200 Umwindungen von mit Seide übersponnenem Messingdrath gebildet wird. Stellt man diesen Ring in den magnetischen Meridian, und hängt eine Magnetnadel darin auf, so declinirt diese durch eine so geringe hydroelektrische Kraft, die auf keine andere Weise bemerkbar zu machen ist. Siehe Theil I. Seite 149. — Nobili hat gezeigt, dass dieses Instrument durch Anwendung einer doppelten Nadel noch empfindlicher wird, wie Fig. 7 Taf. V. zeigt, indem man die beiden Nadeln in einigem Abstand von einander mit umgekehrten Polen anbringt. *ab* ist die eine Nadel, die in den Ring gestellt wird, und *cd* die andere, ausserhalb befindliche. Vermittelst eines Metalldrathes *ef*, der ohne Reibung zwischen den Gewinden des Ringes durch seinen oberen Theil geht, sind sie unbeweglich mit einander verbunden, und bei *e* an einem Faden von ungesponnener Seide aufgehängt. Durch die gegenseitige Wirkung dieser Nadeln auf einander wird ein grosser Theil des Erdeinflusses aufgehoben, und dadurch, dass die

Aussenseite die Nadel *cd* nach derselben Richtung, wie die Innenseite die Nadel *ab*, dreht, wird die Wirkung der elektrischen Kraft um so grösser.

Niederschlag. — Wenn ein aufgelöster Körper, durch chemische Wirkung, auf einmal aus dem Lösungsmittel in fester Form abgeschieden wird, sagt man, der aufgelöste Körper werde niedergeschlagen oder gefällt, und das Abgesetzte nennt man einen *Niederschlag* oder *Präcipitat.* Vermischt man z. B. eine Alaunlösung mit aufgelöstem kaustischen Kali, so wird die Thonerde abgeschieden, gefällt, und sie bildet nun einen Niederschlag. Eine solche Fällung kann natürlicherweise in jedem beliebigen Gefässe vorgenommen werden, indessen eignen sich hierzu doch am besten solche, die nach oben etwas schmaler sind, wie Fig. 8. Taf. V., weil in solchen kein Theil des Niederschlags an den Seiten des Gefässes haften bleibt, sondern Alles vollständig zu Boden sinkt.

Nomenclatur, chemische. — Eine jede Wissenschaft bedarf einer systematischen Nomenclatur; aber für keine ist diese ein grösseres Bedürfniss, als für die Chemie. Die Verwirrung, welche herrschte, bevor Guyton de Morveau seine glückliche Idee gefasst hatte, ist der beste Beweis dafür. Die Nomenclatur, deren sich die Chemiker seit dem Jahre 1780 bedient haben, ist die Frucht seiner, durch Lavoisier, Berthollet und Foucroy unterstützten und geleiteten Arbeiten. Der Vortheil, welchen sie darbietet, besteht darin, dass, wer eine neue Verbindung kennen lernt, dieser ihren wahren Namen geben kann, ohne ihn im Voraus zu wissen, so dass er nicht nöthig hat, sein Gedächtniss mit einer grossen Anzahl von verschiedenartigen Benennungen zu beladen, indem alle, die er gebrauchen muss, aus einander hervorgehen. Die systematische Nomenclatur ist ferner an und für sich der Ausdruck einer ganzen Theorie, so dass, wenn einerseits die Theorie den Namen gibt, der Name andererseits die Theorie ausweist. Gegen diese Beziehung zwischen der Theorie und der Nomenclatur hat man den Einwurf gemacht, dass sie nöthig mache, mit den Theorien auch die Namen zu verändern, was beim Gebrauch von rein technischen Benennungen nicht erforderlich sei, indem diese sich stets unverändert erhalten. Aber da diese

Veränderungen gewöhnlich die Folge eines Fortschritts zu klareren Begriffen sind, so ist die Veränderung der Nomenclatur, weit entfernt, zu schaden, im Gegentheil ein Mittel mehr, den Gang der Ideen zu erleichtern. Im Allgemeinen ist nie das ein Vortheil, was dazu beiträgt, irgend einen Theil der Wissenschaft stationär zu machen: Alles muss in dem Maasse fortschreiten, wie sich Entdeckungen und Kenntnisse vermehren.

Die Nomenclatur von Guyton de Morveau hat von Zeit zu Zeit Veränderungen erfahren, die nicht immer mit ihren Principien in Harmonie gebracht wurden, und zuweilen hat man Zusätze dazu gemacht, die nicht mit dem allgemeinen System, worauf sie beruht, übereinstimmen. Die Autoren haben Namen angenommen, welche zufälligerweise neu entdeckten Substanzen gegeben worden sind; dadurch ist die Anwendung der Nomenclatur immer schwieriger geworden, indem sie sich schlecht eignete, die Natur einer Menge von neuen oder besser gekannten Verbindungen auszudrücken. Indem ich versuchte, meine Ideen wiederzugeben, war es erforderlich, eine Nomenclatur aufzufinden, die nicht allein geeignet war, diesen Zweck zu erfüllen, sondern die auch von den Gelehrten aller Nationen verstanden werden konnte. Ich machte daher einen Versuch zu einer lateinischen Nomenclatur, wie ich sie bereits in den Atomgewichtstabellen im V. Bande angewandt habe, und deren Principien ich nun hier in der Kürze auseinandersetzen will.

Einfache Körper.

1) *Metalloïda*, einfache Körper, die nicht Metalle sind, alle elektronegativ.

Oxygenium, Sauerstoff.
Hydrogenium, Wasserstoff.
Nitrogenium, Stickstoff.
Sulphur, Schwefel.
Phosphorus, Phosphor.
Chlorum, Chlor.
Bromum, Brom.
Jodum, Jod.
Fluorum, Fluor.
Carbonium, Kohlenstoff.
Borum, Bor.
Silicium, Kiesel.

2) *Metalla elektronegativa.*

Selenium, Selen,
Tellurium, Tellur.
Arsenicum, Arsenik.
Chromium, Chrom.

Vanadium, Vanadin.
Molybdaenum, Molybdän.
Wolframum, Wolfram.
Stibium, Antimon.
Tantalum, Tantal.
Titanium, Titan.

3) Metalla elektropositiva.

Aurum, Gold.
Platina, Platin.
Iridium, Iridium.
Osmium, Osmium.
Palladium, Palladium.
Rhodium, Rhodium.
Argentum, Silber.
Hydrargyrum, Quecksilber.
Cuprum, Kupfer.
Uranium, Uran.
Bismuthum, Wismuth.
Stannum, Zinn.
Plumbum, Blei.
Cadmium, Cadmium.
Zincum, Zink.
Niccolum, Nickel.
Cobaltum, Kobalt.
Ferrum, Eisen.
Manganium, Mangan.
Cerium, Cerium.
Lanthanum, Lanthan.
Thorium, Thorium.
Zirconium, Zirkonium.
Yttrium, Yttrium.
Beryllium, Beryllium.
Aluminium, Aluminium.
Magnesium, Magnesium.
Calcium, Calcium.
Strontium, Strontium.
Barium, Barium.
Lithium, Lithium.
Natrium, Natrium.
Kalium, Kalium.

Nomenclatur für binäre Verbindungen.

Bei Bildung der Namen für binäre Verbindungen wird dem Namen des einen der verbundenen Körper die Endigung *idum* oder *etum* angehängt und derselbe als Substantiv gebraucht, z. B. *Oxidum*, *Sulphuretum*, und dem Namen des anderen Körpers die Endigung *osum* oder *icum*, z. B. *sulphurosum*, *sulphuricum*. Immer ist es der elektronegative Körper, dessen Name substantiv wird, während der Name des elektropositiven Körpers adjectiv wird, eine Regel, die genau zu beobachten ist, um nicht in Willkühr zu verfallen, die alle Vortheile der systematischen Nomenclatur vereiteln würde. Wenn der Körper, welcher in einer binären Verbindung das elektropositive Element ausmacht, in die Klasse der Metalloïde oder der elektronegativen Metalle gehört, so wird im Allgemeinen dem Namen des elektronegativsten

Elementes die Endigung *idum* angehängt; ist aber dieser Körper ein elektropositives Metall, so gibt man die Endigung *etum*, wie z. B. *Sulphidum arsenicosum*, *Sulphuretum natricum*. Die Endigung *osum* zeigt, wenn sie einem elektropositiven Element angehängt ist, einen niedrigeren Verbindungsgrad an, die Endigung *icum* einen höheren. Die niedrigeren, intermediären und höheren Verbindungsgrade werden durch die Hinzufügung von *hypo* und *hyper* unterschieden, z. B. *Acidum sulphuricum*, *Acidum hyposulphuricum*, *Acidum sulphurosum*, *Acidum hyposulphurosum*, *Sulphidum hypermolybdicum*. Zuweilen fügt man dem Namen des elektronegativen Körpers die Partikeln *sub* und *super* hinzu, z. B. *Suboxidum*, *Superoxidum*. Man kann auch sagen z. B. *Sulphuretum cupri*, *Oxidum ferri*. Dies ist alsdann eine allgemeine Benennung, welche die Art der Verbindung anzeigt, ohne irgend einen besonderen Grad zu bestimmen.

Unter den Verbindungen des Sauerstoffs wurden diejenigen, welche elektronegativ waren, von Anfang der Guyton'schen Nomenclatur an durch Namen unterschieden, die von denen der elektropositiven verschieden waren, ohne dass man jedoch die Absicht hatte, diese theoretische Unterscheidung zu machen. Man nannte die ersteren *Acida* und die letzteren *Oxida*. Es liegt in diesen Namen und in ihren Endigungen eine kleine Ausnahme von der oben gegebenen Regel, die aber der Gebrauch sanctionirt hat. Diese Unterscheidung in der Nomenclatur der elektronegativen und elektropositiven Verbindungen ist eine grosse Bequemlichkeit. Ich schlage vor, sie auf alle binären Körper auszudehnen. Demgemäss nenne ich *Sulphida*, *Selenida*, *Tellurida*, *Chlorida*, *Bromida*, *Jodida*, *Fluorida* die Verbindungen des Schwefels, Selens, Tellurs, Chlors, Broms, Jods und Fluors mit den Körpern, die weniger elektronegativ als sie selbst sind, und in welchen die atomistischen Verhältnisse dieselben sind, wie in den Säuren. Ich nenne *Sulphureta*, *Selenieta*, *Tellureta*, *Chloreta*, *Brometa*, *Jodeta*, *Fluoreta*, die Verbindungen dieser Körper mit elektropositiven Metallen, in welchen die atomistischen Verhältnisse dieselben sind, wie in den Basen. Eben so hat man zu verfahren bei den Verbindungen von zwei elektronegativen Körpern, die eine mit

dem Oxyd des weniger elektronegativen Elements correspondirende atomistische Zusammensetzung haben, z. B. *Chloretum phosphoricum*, *Chloretum carbonicum*.

In der in Frankreich gebräuchlichen Nomenclatur bedient man sich zur Bezeichnung der verschiedenen Grade der Verbindung der griechischen Partikeln *proto*, *deuto*, *trito*, welche dem Namen des elektronegativen Elements vorgesetzt werden, indem man den letzten Grad zuweilen durch die lateinische Partikel *per* angedeutet. Ich hielt es nicht für angemessen, dieser Methode zu folgen, weil sie Zahlen anzeigt, welche nur in Betreff unserer Kenntnisse, die wir im Augenblicke haben, genau richtig sind, und weil die daraus entspringenden Namen in der Nomenclatur für zusammengesetztere Verbindungen schwieriger anzuwenden sind. Daher sage ich *Oxidum ferrosum* und *Oxidum ferricum*, anstatt *Protoxidum* und *Deutoxidum ferricum*. Man wird weiter unten die Vortheile erkennen, welche daraus für die Nomenclatur der Salze und ihrer verschiedenen Neutralitätszustände hervorgehen.

Osmium und Iridium haben mehr als zwei basische oder salzfähige Oxyde; ich füge dann dem Namen die Partikel *sus* hinzu, z. B. *Oxidum susiridosum* und *Oxidum susiridicum*, wie man bei Aufzählung der Oxyde sehen wird.

Einige Metalle haben zu wenig oxydirte Oxyde, als dass sie sich mit anderen oxydirten Körpern verbinden könnten. Ich nenne sie *Suboxida*. Andere Metalloxyde befinden sich im entgegengesetzten Falle; sie sind mit zuviel Sauerstoff verbunden, als dass sie sich mit oxydirten Körpern verbinden könnten. Ich nenne sie *Superoxida* oder auch *Bioxida*. Die griechischen Präpositionen *hypo* und *hyper* könnten hier geeigneter scheinen, weil das Wort *Oxyd* griechischen Ursprungs ist; aber sie sind zu ähnlich und könnten leicht Verwechselungen und Irrthümer veranlassen.

Nachdem einmal die Nomenclatur für die oxydirten Körper gegeben ist, wird die für die anderen binären Verbindungen vollkommen danach gebildet. Man sagt also *Chloridum phosphorosum*, *Chloridum phosphoricum*, *Chloretum ferrosum*, *Chloretum ferricum*.

Acida

Acida et Oxida, Sauerstoffsäuren und Oxyde.

Oxidum hydricum, Wasser.
Bioxidum hydrogenii, Wasserstoffsuperoxyd.
Acidum hyposulphurosum, unterschweflige Säure.
Acidum sulphurosum, schweflige Säure.
Acidum hyposulphuricum, Unterschwefelsäure.
Acidum sulphuricum, Schwefelsäure.
Oxidum nitrosum, Stickoxydul.
Oxidum nitricum, Stickoxyd.
Acidum nitrosum, salpetrige Säure.
Acidum nitricum, Salpetersäure.
Suboxidum phosphori, Phosphoroxyd.
Acidum hypophosphorosum, unterphosphorige Säure.
Acidum phosphorosum, phosphorige Säure.
Acidum phosphoricum, Phosphorsäure.
Acidum hypochlorosum, unterchlorige Säure.
Acidum chlorosum, chlorige Säure.
Acidum chloricum, Chlorsäure.
Acidum hyperchloricum, Ueberchlorsäure.
Acidum bromicum, Bromsäure.
Acidum jodicum, Jodsäure.
Acidum hyperjodicum, Ueberjodsäure.
Acidum boricum, Borsäure.
Oxidum carbonicum, Kohlenoxyd.
Acidum carbonicum, Kohlensäure.
Acidum silicicum, Kieselsäure.
Oxidum selenicum, Selenoxyd.
Acidum selenosum, selenige Säure.
Acidum selenicum, Selensäure.
Oxidum arsenici, Arsenikoxyd.
Acidum arsenicosum, arsenige Säure.
Acidum arsenicicum, Arseniksäure.
Oxidum chromicum, grünes Chromoxyd.
Oxidum hyperchromicum, braunes Chromoxyd.
Acidum chromicum, Chromsäure.
Oxidum molybdosum, Molybdänoxydul.
Oxidum molybdicum, Molybdänoxyd.
Acidum molybdicum, Molybdänsäure.

Oxidum wolframicum, Wolframoxyd.
Acidum wolframicum, Wolframsäure.
Oxidum vanadosum, Vanadinsuboxyd.
Oxidum vanadicum, Vanadinoxyd.
Acidum vanadicum, Vanadinsäure.
Acidum hypostibiosum (Oxidum stibicum), Antimonoxyd.
Acidum stibiosum, antimonige Säure.
Acidum stibicum, Antimonsäure.
Acidum tellurosum, tellurige Säure.
Acidum telluricum, Tellursäure.
Oxidum tantalicum, Tantaloxyd.
Acidum tantalicum, Tantalsäure.
Oxidum titanicum, Titanoxyd.
Acidum titanicum, Titansäure.
Oxidum aurosum, Goldoxydul.
Oxidum auricum, Goldoxyd.
Oxidum platinosum, Platinoxydul.
Oxidum platinicum, Platinoxyd.
Oxidum iridosum, Iridiumoxydul.
Oxidum sesqui- oder *hyperiridosum*, Iridiumsesquioxydul.
Oxidum iridicum, Iridiumoxyd.
Oxidum sesqui- oder *hyperiridicum*, Iridiumsesquioxyd.
Oxidum osmiosum, Osmiumoxydul.
Oxidum sesqui- od. *hyperosmiosum*, Osmiumsesquioxydul.
Oxidum osmicum, Osmiumoxyd.
Oxidum sesqui- oder *hyperosmicum*, Osmiumsesquioxyd.
Acidum osmicum, Osmiumsäure.
Oxidum palladosum, Palladiumoxydul.
Oxidum palladicum, Palladiumoxyd.
Oxidum argentosum, Silberoxydul.
Oxidum argenticum, Silberoxyd.
Superoxidum argenti, Silbersuperoxyd.
Oxidum hydrargyrosum, Quecksilberoxydul.
Oxidum hydrargyricum, Quecksilberoxyd.
Oxidum cuprosum, Kupferoxydul.
Oxidum cupricum, Kupferoxyd.
Superoxidum cupri, Kupfersuperoxyd.
Oxidum uranosum, Uranoxydul.
Oxidum uranicum, Uranoxyd.
Oxidum bismuthicum, Wismuthoxyd.

Oxidum stannosum, Zinnoxydul.
Oxidum stannicum, Zinnoxyd.
Suboxidum plumbi, Bleisuboxyd.
Oxidum plumbicum, Bleioxyd.
Sesquioxidum plumbi, Bleisesquioxyd.
Bioxidum plumbi, Bleisuperoxyd.
Oxidum cadmicum, Kadmiumoxyd.
Oxidum zincicum, Zinkoxyd.
Oxidum niccolicum, Nickeloxyd.
Sesquioxidum niccoli, Nickelsesquioxyd.
Bioxidum niccoli, Nickelsuperoxyd.
Oxidum cobalticum, Kobaltoxyd.
Sesquioxidum cobalti, Kobaltsesquioxyd.
Bioxidum cobalti, Kobaltsuperoxyd.
Oxidum ferrosum, Eisenoxydul.
Oxidum ferricum, Eisenoxyd.
Oxidum manganosum, Manganoxydul.
Oxidum manganicum. Manganoxyd.
Bioxidum mangani, Mangansuperoxyd.
Acidum manganicum, Mangansäure.
Acidum hypermanganicum, Uebermangansäure.
Oxidum cerosum, Ceroxydul.
Oxidum cericum, Ceroxyd.
Oxidum lanthanicum, Lanthanoxyd.
Oxidum thoricum, Thorerde.
Oxidum zirconicum, Zirconerde.
Oxidum yttricum, Yttererde.
Oxidum beryllicum, Beryllerde.
Oxidum aluminicum, Thonerde.
Oxidum magnesicum, Talkerde.
Oxidum calcicum, Kalkerde.
Bioxidum calcii, Calciumsuperoxyd.
Oxidum stronticum, Strontianerde.
Bioxidum strontii, Strontiumsuperoxyd.
Oxidum bariticum, Baryterde.
Bioxidum barii, Bariumsuperoxyd.
Oxidum lithicum, Lithion.
Suboxidum natrii, Natriumsuboxyd.
Oxidum natricum, Natron.
Sesquioxidum natricum, Natriumsuperoxyd.

Suboxidum kalii, Kaliumsuboxyd.
Oxidum kalicum, Kali.
Trioxidum kalii, Kaliumsuperoxyd.

Nitreta, Verbindungen des Stickstoffs.

Ammonium = *Nitretum tetrahydricum*, Ammonium
Ammoniacum = *Nitretum trihydricum*, Ammoniak.
Cyanogenium = *Nitretum carbonicum*, Cyan.

Sulphida et Sulphureta, Schwefelverbindungen.

Sulphidum phosphorosum, } Schwefelphosphor.
Sulphidum phosphoricum, }
Sulphidum boricum, Schwefelbor.
Sulphidum carbonicum, Schwefelkohlenstoff.
Sulphidum silicicum, Schwefelkiesel.
Sulphidum seleniosum, Schwefelselen.
Subsulphuretum arsenici, braunes Schwefelarsenik.
Sulphidum hyparseniosum, unterarseniges S. Realgar.
Sulphidum arseniosum, arseniges Sulphid, Auripigment.
Sulphidum arsenicum, Arseniksulphid.
Sulphuretum chromicum, } Schwefelchrom.
Sulphidum hyperchromicum, }
Sulphuretum vanadicum, Schwefelvanadin.
Sulphidum vanadosum, vanadiniges Sulphid.
Sulphidum vanadicum, Vanadinsulphid.
Sulphuretum molybdosum, } Schwefelmolybdän.
Sulphuretum molybdicum, }
Sulphidum molybdicum, Molybdänsulphid.
Sulphidum hypermolybdicum, Molybdänsupersulphid.
Sulphuretum wolframicum, Schwefelwolfram.
Sulphidum wolframicum, Wolframsulphid.
Sulphidum hypostibiosum, unterantimoniges Sulphid.
Sulphidum stibiosum, antimoniges Sulphid.
Sulphidum stibicum, Antimonsulphid.
Sulphidum tellurosum, telluriges Sulphid.
Sulphidum telluricum, Tellursulphid.
Sulphidum tantalicum, Tantalsulphid.
Sulphidum selenicum, Selensulphid.

Sulphidum stannicum, Zinnsulphid.
Sulphuretum aurosum, Schwefelgold.
Sulphidum auricum, Goldsulphid.
Sulphuretum platinosum, Schwefelplatin.
Sulphidum platinicum, Platinsulphid.

(Die Fortsetzung ist ganz dieselbe, wie die für Säuren und Oxyde.)

Inzwischen giebt es Verschiedenheiten zwischen der Reihe der Schwefelverbindungen und der der Säuren, weil verschiedene Metalle zahlreichere Verbindungen mit Schwefel bilden, als mit Sauerstoff. Das Kalium, Natrium, Ammonium, die Radicale der alkalischen Erden bilden wenigstens vier Verbindungen, von denen keine einzige basisch ist. Das Kobalt bildet drei, von denen nur eine einzige basisch ist. Das Eisen bildet ebenfalls drei, wovon aber zwei basisch sind. Da diese Sulphureta nicht basisch sind und sich nicht mit anderen Sulphureten verbinden, so kann man sie ohne Nachtheil nach ihrer atomistischen Constitution *Sesquisulphuretum*, *Bisulphuretum*, *Trisulphuretum*, *Quadrisulphuretum* und *Persulphuretum ferricum*, *kalicum* u. s. w. nennen. (Der letzte Grad enthält fünf Atome Schwefel, was in dem Namen schwierig auszudrücken sein würde.) Die Sulphureta des Eisens sind: *Sulphuretum ferrosum*, *Sulphuretum ferricum* und *Bisulphuretum ferricum;* die des Kobalts: *Sulphuretum cobalticum*, *Sesquisulphuretum cobalticum* und *Bisulphuretum cobalticum;* die von Kalium, Natrium, Ammonium u. s. w., *Sulphuretum kalicum*, *natricum* u. s. w., *Bisulphuretum*, *Trisulphuretum*, *Quadrisulphuretum*, *Persulphuretum Kalii*, *Natrii*, *Ammonii* u. s. w. Indem man den Namen des Metalls in den Genitiv setzt, unterscheidet man leicht die nicht basischen Sulphureta oder die Hypersulphureta von den basischen Sulphureten.

Alles, was für die Schwefelverbindungen gilt, ist auch auf die Benennungen der Selen- und Tellurverbindungen anwendbar. Diese beiden Körper constituiren mit Schwefel und Sauerstoff eine besondere Klasse von Verbindungen, indem sie fähig sind, elektronegative Verbindungen *(Acida*, *Sulphida*, *Selenida*, *Tellurida)* zu bilden, die sich mit elek-

tropositiven Verbindungen *(Oxida, Sulphureta, Selenieta, Tellureta)* verbinden, mit denen sie Salze hervorbringen. Ich habe dieser Classe von Elementen den Namen *Corpora amphigenia* gegeben. Die Basen können *Sauerstoffbasen, Schwefelbasen, Selenbasen, Tellurbasen* genannt werden.

Verbindungen des Chlors, Broms, Jods und Fluors.

Diese vier Körper haben das gemein, dass ihre Verbindungen mit elektropositiven Metallen neutrale Salze, und nicht Basen sind, und dass ihre Verbindungen mit den Metalloïden selten die Eigenschaft besitzen, sich mit diesen neutralen Salzen zu verbinden. Ich habe diese Gruppe von Körpern *Corpora halogenia* (oder Salzbilder) genannt. Im Uebrigen ist ihre Nomenclatur analog der der Verbindungen des Schwefels. Das Cyan gehört ebenfalls dieser Klasse an.

Das Folgende enthält einige Beispiele von der Nomenclatur für die Verbindungen der Salzbilder mit Metalloïden und elektronegativen Metallen.

Chloretum sulphurosum, } Chlorschwefel.
Chloridum sulphuricum, }
Chloridum phosphorosum, flüssiger Chlorphosphor.
Chloridum phosphoricum, fester Chlorphosphor.
Chloretum bromii, Chlorbrom.
Chloretum jodii, Chlorjod.
Chloretum cyanii, Chlorcyan.
Chloretum carbonosum.
Chloretum carbonicum.
Chloridum carbonosum.
Oxychloridum carbonicum, Chlorkohlenoxyd.
Oxychloridum carbosulphurosum.
Chloridum boricum, Chlorbor.
Chloridum silicicum, Chlorkiesel.
Chloridum arsenicosum, Chlorarsenik.
Chloretum molybdosum, Molybdänchlorür.
Chloretum molybdicum, Molybdänchlorid.
Chloridum molybdicum, Molybdänsuperchlorid.
Chloretum chromicum, Chromchlorür.
Chloridum chromicum, Chromsuperchlorid.

Chloretum stibicum, Antimonchlorid.
Chloridum stibiosum, Antimonsuperchlorür.
Chloridum stibicum, Antimonsuperchlorid.
Chloretum wolframicum, Wolframchlorür.
Chloridum wolframicum, Wolframchlorid.
Chloridum telluricum, Chlortellur.
Chloridum tantalicum, Chlortantal.
Chloridum titanicum, Chlortitan.
Chloridum manganicum, Mangansuperchlorid.

Indem man *Brom*, *Jod*, *Fluor* und *Cyan* für *Chlor* setzt, bekommt man die Nomenclatur für die Verbindungen des Broms, Jods, Fluors und Cyans.

Verbindungen des Wasserstoffs.

Der Wasserstoff bildet mit den Salzbildern und Basenbildern saure Verbindungen, die Wasserstoffsäuren *(Hydracida)*. Die mit ersteren sind so sauer, wie die stärksten Sauerstoffsäuren; die mit letzteren dagegen haben diese Eigenschaften in weit geringerem Grade. Dieser Umstand hat mich veranlasst, die Benennung Säure für die ersteren, d. h. für die Verbindungen der Salzbilder mit Wasserstoff, beizubehalten, um so mehr, da dieser Name gleich zu Anfang die Idee von einer Substanz ausdrückt, die mit energischen sauren Eigenschaften begabt ist. Indessen kann man hier auch die obige Benennungsweise anwenden und sagen *Chloridum hydricum* für *Acidum hydrochloricum* etc.

A. *Hydracida halogeniorum*, Wasserstoffsäuren der Salzbilder.

Acidum hydrochloricum, Chlorwasserstoffsäure.
Acidum hydrobromicum, Bromwasserstoffsäure.
Acidum hydrojodicum, Jodwasserstoffsäure.
Acidum hydrofluoricum, Fluorwasserstoffsäure.
Acidum hydrofluoboricum, Borfluorwasserstoffsäure.
Acidum hydrofluosilicicum, Kieselfluorwasserstoffsäure.
Acidum hydrofluotitanicum, Titanfluorwasserstoffsäure.
Acidum hydrofluotantalicum, Tantalfluorwasserstoffsäure.
Acidum hydrocyanicum, Cyanwasserstoffsäure.

Acidum hydrosulphocyanicum, Schwefelcyanwasserstoffsäure.

Acidum hydrosulphocyanicum hydrosulphuratum, Schwefelcyan-Schwefelwasserstoffsäure.

B. *Hydracida Amphigeniorum*, Wasserstoffsäuren der Basenbilder.

Sulphidum hydricum, Schwefelwasserstoffsäure.

Sulphidum carbohydricum, Kohlenschwefelwasserstoffsäure.

Sulphidum cyanicum, Schwefelcyan.

Selenidum hydricum, Selenwasserstoffsäure.

Telluridum hydricum, Tellurwasserstoffsäure.

Was die verschiedenen Verbindungen des Wasserstoffs mit Stickstoff, Phosphor und Kohlenstoff anbetrifft, in welchen der erstere die Multipla ausmacht, so kann man sie durch Zahlwörter ausdrücken, auf folgende Weise:

Phosphoretum monohydricum.
— *dihydricum.*
— *trihydricum.*
Carburetum tetrahydricum.
Phosphoretum pentahydricum.
— *hexahydricum.*

Binäre Verbindungen der anderen Metalloïde mit elektronegativen Metallen.

Man sagt *Phosphoretum*, *Carburetum*, *Boretum*, *Silicietum*, *Arsenietum*, *Antimonietum*. Da aber diese verschiedenen Zusammensetzungen sich selten unter einander verbinden, so lässt sich ihre Nomenclatur sehr wohl auf eine einfache Exposition ihrer atomistischen Zusammensetzung zurückführen. Man kann daher sagen: *Carburetum*, *Bicarburetum*, *Tricarburetum ferricum*; *Arsenietum*, *Biarsenietum niccolicum*.

Verbindungen der elektropositiven Metalle.

Man nennt diese Verbindungen *Legierungen*. Sie bedürfen selten einer speciellen Nomenclatur, weil man wenige davon kennt, die nach bestimmten Proportionen zusammen-

gesetzt sind. Ist dieses der Fall, so gibt man dem Namen des darin enthaltenen elektronegativsten Metalls die Endigung *etum*, z. B. *Auretum argenticum*, *Triauretum argenticum*, *Palladietum hydrargyricum* u. s. w.

Nomenclatur der Salze.

Die Veränderungen, welche nun in der Nomenclatur für Basen im Allgemeinen und besonders für Oxyde gemacht worden sind, erleichtern die Nomenclatur der Salze sehr, und sie gestatten, dass man in den Namen nicht nur die Elemente, woraus sie zusammengesetzt sind, sondern auch den Neutralisationszustand ihrer Bestandtheile ausdrücken kann. Ich theile die Salze in zwei Klassen, nämlich 1) in *Amphidsalze;* sie sind zusammengesetzt aus einer Base, verbunden mit einer Säure, einem Sulphid, einem Selenid oder einem Tellurid. Ich nenne diese nach den darin enthaltenen Basenbildern: *Sauerstoffsalze*, *Schwefelsalze*, *Selensalze*, *Tellursalze*. Von diesen vier Gruppen sind nur die beiden ersteren studirt. 2) In *Haloïdsalze*, die zusammengesetzt sind aus einem Salzbilder und einem elektropositiven Metall. Es sind die Salze des Chlors, Broms, Jods, Fluors und Cyans.

A. Salia Amphigeniorum, Amphidsalze.

In der Nomenclatur der Amphidsalze wird der Name der Sauerstoffsäure, des Sulphids, Selenids und Tellurids durch die Endigung *as*, wenn der Name der Säure des Sulphids u. s. w. sich in *icum* endigt, und durch die Endigung *is*, wenn sie sich in *osum* endigt, in ein Substantivum verwandelt, z. B. *Sulphas*, *Sulphis*. Um jedoch die verschiedenen Gruppen von Amphidsalzen zu unterscheiden, setzt man den Namen des Basenbilders vor, z. B. *Oxymolybdas*, *Sulphomolybdas*, *Selenimolybdas*, *Tellurimolybdas*. Inzwischen, da zu der Zeit, wo die Nomenclatur gemacht wurde, nur die Gruppe der Sauerstoffsalze bekannt war, so war diese Unterscheidung damals nicht nothwendig, und man setzte niemals die Partikel *Oxy* vor die Namen dieser Salze. Man sagt also nur *Sulphas*, *Molybdas*, *Nitras*. Es ist bequem und ohne Nachtheil, diese Benennung für die Sauer-

stoffsalze, welche am zahlreichsten und gebräuchlichsten sind, beizubehalten. In Betreff der anderen Gruppen von Amphidsalzen, so unterscheidet man sie hinreichend sowohl unter einander, als auch von Sauerstoffsalzen, wenn man den Namen der Basenbilder vorsetzt.

Oxysalia, Sauerstoffsalze.

Die verschiedenen Arten von Sauerstoffsalzen sind folgende:

Sulphates.	*Seleniates.*
Hyposulphates.	*Selenites.*
Sulphites.	*Arseniates.*
Hyposulphites.	*Arsenites.*
Nitrates.	*Chromates.*
Nitrites.	*Vanadates.*
Phosphates.	*Molybdates.*
Phosphites.	*Wolframiates.*
Hypophosphites.	*Stibiates.*
Hyperchlorates.	*Stibiites.*
Chlorates.	*Tellurates.*
Chlorites.	*Tellurites.*
Hypochlorites.	*Tantalates.*
Bromates.	*Titanates.*
Jodates.	*Manganates.*
Hyperjodates.	*Hypermanganates.*
Carbonates.	*Stannates.*
Borates.	*Osmiates.*
Silicates.	*Hydrates.*

Die verschiedenen Arten, welche jedes einzelne Genus enthalten kann, sind folgende:

Sulphas kalicus, schwefelsaures Kali.
— *natricus*, schwefelsaures Natron.
— *lithicus*, schwefelsaures Lithion.
— *ammonicus*, schwefelsaures Ammoniak.
— *baryticus*, schwefelsaurer Baryt.
— *stronticus*, schwefelsaurer Strontian.
— *calcicus*, schwefelsaurer Kalk.
— *magnesicus*, schwefelsaure Talkerde.
— *aluminicus*, schwefelsaure Thonerde.

Sulphas glucinicus, schwefelsaure Beryllerde.
— *yttricus*, schwefelsaure Yttererde.
— *zirkonicus*, schwefelsaure Zirkonerde.
— *thoricus*, schwefelsaure Thorerde.
— *cerosus*, schwefelsaures Ceroxydul.
— *cericus*, schwefelsaures Ceroxyd.
— *lanthanicus*, schwefelsaures Lanthanoxyd.
— *manganosus*, schwefelsaures Manganoxydul.
— *manganicus*, schwefelsaures Manganoxyd.
— *ferrosus*, schwefelsaures Eisenoxydul.
— *ferricus*, schwefelsaures Eisenoxyd.
— *cobalticus*, schwefelsaures Kobaltoxyd.
— *niccolicus*, schwefelsaures Nickeloxyd.
— *zincicus*, schwefelsaures Zinkoxyd.
— *cadmicus*, schwefelsaures Cadmiumoxyd.
— *plumbicus*, schwefelsaures Bleioxyd.
— *stannosus*, schwefelsaures Zinnoxydul.
— *stannicus*, schwefelsaures Zinnoxyd.
— *bismuthicus*, schwefelsaures Wismuthoxyd.
— *uranosus*, schwefelsaures Uranoxydul.
— *uranicus*, schwefelsaures Uranoxyd.
— *cuprosus*, schwefelsaures Kupferoxydul.
— *cupricus*, schwefelsaures Kupferoxyd.
— *hydrargyrosus*, schwefelsaures Quecksilberoxydul.
— *hydrargyricus*, schwefelsaures Quecksilberoxyd.
— *argenticus*, schwefelsaures Silberoxyd.
— *palladosus*, schwefelsaures Palladiumoxydul.
— *palladicus*, schwefelsaures Palladiumoxyd.
— *rhodicus*, schwefelsaures Rhodiumoxyd.
— *osmiosus*, schwefelsaures Osmiumoxydul.
— *hyperosmiosus*, schwefelsaures Osmiumsesquioxydul.
— *osmicus*, schwefelsaures Osmiumoxyd.
— *hyperosmicus*, schwefelsaures Osmiumsesquioxyd.
— *iridosus*, schwefelsaures Iridiumoxydul.
— *hyperiridosus*, schwefelsaures Iridiumsesquioxydul.
— *iridicus*, schwefelsaures Iridiumoxyd.
— *hyperiridicus*, schwefelsaures Iridiumoxyd.
— *platinosus*, schwefelsaures Platinoxydul.
— *platinicus*, schwefelsaures Platinoxyd.
— *aurosus*, schwefelsaures Goldoxydul.

Sulphas auricus, schwefelsaures Goldoxyd.
— *tantalicus*, schwefelsaures Tantaloxyd.
— *titanicus*, schwefelsaures Titanoxyd.
— *telluricus*, schwefelsaures Telluroxyd.
— *stibicus*, schwefelsaures Antimonoxyd.
— *hyperwolframicus*, schwefelsaure Wolframsäure.
— *molybdosus*, schwefelsaures Molybdänoxydul.
— *molybdicus*, schwefelsaures Molybdänoxyd.
— *hypermolybdicus*, schwefelsaure Molybdänsäure.
— *chromicus*, schwefelsaures Chromoxyd.
— *vanadicus*, schwefelsaures Vanadinoxyd.
— *hypervanadicus*.
— *sesquihypervanadicus*.

Hydrata, Verbindungen des Wassers.

Bevor ich die Nomenclatur der Sauerstoffsalze verlasse, habe ich noch einige Worte über die Verbindungen des Wassers anzuführen. Man hat das Wasser in seinen Verbindungen mit Basen als eine Säure betrachtet und diese Verbindungen, nach Art der Salze, *Hydrates* genannt, z. B. *Hydras kalicus*, *calcicus*, *ferricus* u. s. w. Aber das Wasser verbindet sich auch mit Säuren und es spielt in diesen Verbindungen die Rolle einer Base. Diese Verbindungen müsste man dann *Sulphas hydricus*, *Nitras hydricus*, *Phosphas hydricus* u. s. w. nennen. Inzwischen würde man sich eben so schwierig daran gewöhnen, die Schwefelsäure in ihrem gewöhnlichen Zustande *Sulphas hydricus* zu nennen, wie das Wasser mit *Oxidum hydricum* zu bezeichnen. Einige Chemiker geben den Beinamen *Hydrate* den Säuren, welche Wasser enthalten. Diese Benennung ist den Principen der Nomenclatur zuwider. Ich sage *wasserhaltige Säure*, wenn ich damit andeuten will, dass eine Säure sich mit Wasser als Base verbunden hat, und *verdünnte Säure*, wenn es sich um ein blosses Gemenge von einer Säure mit Wasser handelt. Aber da die Säuren sich am gewöhnlichsten im wasserhaltigen Zustande befinden, so ist es zuweilen erforderlich, auszudrücken, dass eine Säure frei ist, dass sie kein Wasser enthält, dass sie sich also nicht im wasserhaltigen Zustande befindet. Ich sage dann *wasserfrei*. *Wasserfreie Schwefelsäure* bedeutet also Schwefelsäure ohne Wasser:

wasserhaltige Schwefelsäure bedeutet eine bestimmte Verbindung der Schwefelsäure mit Wasser, *verdünnte Schwefelsäure* bedeutet irgend ein Gemenge der Säure mit Wasser.

Sulphosalia, Schwefelsalze.

Ich will hier nur die bekannten Genera von Schwefelsalzen aufführen; denn ihre Arten und deren Benennungen sind absolut dieselben, wie für die Reihe der eben angeführten schwefelsauren Salze.

Sulphhydrates.
Sulphocyanates.
Sulphocyanhydrates.
Sulphocarbonates.
Sulphophosphates.
Sulphophosphites.
Sulpharseniates.
Sulpharsenites.
Hyposulpharsenites.
Sulphochromates.
Sulphovanadates.
Hypersulphomolybdates.
Sulphomolybdates.
Sulphowolframiates.
Sulphantimoniates.
Sulphantimonites.
Hyposulphantimonites.
Sulphostannates.
Sulphotantalates.

B. *Salia halogeniorum*, Haloidsalze.

Ihre Nomenclatur ist schon durch die vorhergehende gegeben, so dass ich hier nur einige Beispiele davon anführen will, wie man sich der Reihe der schwefelsauren Salze bedient, um den Namen einer jeden Art zu finden.

Chloretum kalicum, Chlorkalium.
Chloretum natricum, Chlornatrium.
Chloretum ammonicum, Chlorammonium.
Chloretum hydrargyrosum, Quecksilberchlorür.
Chloretum hydrargyricum, Quecksilberchlorid.
Jodetum natricum, Jodnatrium.
Jodetum ferrosum, Eisenjodür.
Jodetum ferricum, Eisenjodid.
Jodetum kalicum, Jodkalium.
Bijodetum kalicum, Zweifach Jodkalium.
Trijodetum kalicum, Dreifach Jodkalium.
Fluoretum calcicum, Fluorcalcium.
Fluoretum natricum, Fluornatrium.

Brometum argenticum, Bromsilber.
Brometum magnesicum, Brommagnesium.
Cyanetum kalicum, Cyankalium.
Cyanetum ammonicum, Cyanammonium.
Cyanetum ferrosum, Eisencyanür.

Nomenclatur für die basischen oder sauren Salze, *Salia acida et basica.*

A. Amphidsalze.

Die Salze, welche einen Ueberschuss von Säure enthalten, werden im Allgemeinen *saure Salze* genannt. Setzt man dem Namen eines Salzes eine Partikel vor, welche die Anzahl der Multipla von Säure ausdrückt (indem man das Verhältniss der Säure zu der Base in den neutralen Salzen als Einheit annimmt), so bezeichnet man, dass das Salz ein saures und zugleich, auf welchem Grade dies ist. Zum Beispiel:

Sesquicarbonas ammonicus.
Bisulphas natricus.
Quadroxalas kalicus.

Die Amphidsalze, welche einen Ueberschuss von Base enthalten, werden *basische Salze* genannt. *Subphosphas* oder *Subsulphas* bedeutet also ein phosphorsaures oder schwefelsaures Salz mit Ueberschuss an Base. Um den Grad der Basicität auszudrücken, bedient man sich derselben Partikeln, wie für die sauren Salze. Folgende Beispiele mögen hinreichen:

Subphosphas sesquicalcicus.
Subacetas bicupricus.
Subsulphas trialuminicus.
Subnitras quadriplumbicus.
Subnitras sexplumbicus.

Diese Nomenclatur zeigt folglich an, ob die mit einer bestimmten Quantität von Säure verbundene Base $^{1}/_{2}$, 2, 3, 4 oder 6 Mal so viel beträgt, als zur Bildung eines neutralen Salzes erforderlich wäre. Man sieht leicht ein, dass dieselbe Methode auch auf andere Amphidsalze anwendbar ist.

B. Haloïdsalze.

1. Mit Ueberschuss an Säure.

Da die sauren Haloïdsalze ihre saure Eigenschaft der Wasserstoffsäure desselben Salzbilders, welcher sich darin mit dem elektropositiven Metall verbunden befindet, verdanken, so glaube ich, dass es hinreicht zu sagen z. B.:

Chloretum auricum acidum.
Fluoretum kalicum acidum.
Cyanetum ferrosum acidum.
Cyanetum ferricum acidum.

2. Mit Ueberschuss an Base.

Die Haloïdsalze können sich mit Sauerstoffbasen verbinden, so wie auch, was jedoch seltener stattfindet, mit Schwefelbasen. Man kann sie dann *Oxybasica*, *Sulphobasica* nennen. Da es aber unnöthig ist, den Sauerstoff zu nennen, so reicht es hin, die Salze, welche das Oxyd eines Metalls mit dessen Chlorür verbunden enthalten, *basische Haloidsalze* zu nennen. Bis jetzt kennen wir kein basisches Haloïdsalz, in welchem z. B. das Eisenchlorür mit dem Eisenoxyd oder in welchem das Eisenchlorür mit dem Eisenoxydul verbunden ist. Folglich zeigt der Name des Chlorürs stets den Oxydationsgrad der Sauerstoffbase an. Aber da sich 1 Atom des Haloïdsalzes mit 1, 2, 3 und mehreren Atomen von dem Oxyd desselben Radicals verbinden kann, so drückt man dies auf folgende Weise aus:

Chloretum plumbicum basicum.
— — *bibasicum.*
— — *tribasicum.*
— — *quadribasicum.*

Nomenclatur für Doppelsalze, *Salia duplicia*, oder Salze mit zwei Basen oder zwei Säuren.

Je zahlreicher die Elemente in einer Verbindung werden, desto schwieriger ist es, das systematische Nomenclatur-Princip dafür anzuwenden. Diese Schwierigkeit fängt schon an, bei den Doppelsalzen fühlbar zu werden. Man verbindet und reducirt die Namen der beiden Basen zu einem einzigen, z. B. *Sulphas ammonico-ferrosus*, *Cyanetum fer-*

roso-ammonicum. Aber da es zuweilen vorkommt, dass diese Doppelsalze in der Zusammensetzung variiren, und dass mehrere Atome von dem einen Salz sich mit einem einzigen Atom des anderen verbinden, wie dieses unter anderen bei den beiden anderen angeführten Beispielen vorkommt, so kann man die relative Anzahl von Atomen in ihrem Namen ausdrücken, indem man sagt: *Sulphas ammonico-triferricus, Cyanetum ferroso-biammonicum.* Hier noch einige andere Beispiele:

Sulphas kalico-trialuminicus, Alaun.
Chloretum ammonico-biplatinicum, Chlorplatinammonium.
Fluoretum kalico-triboricum, Fluorborkalium.
Fluoretum natrico-bisilicicum, Fluorkieselnatrium.

In Betreff der doppelten Amphidsalze mit Ueberschuss an Base bedient man sich derselben Nomenclatur, und setzt das Wort *sub* vor den Namen der Säure, z. B. *Subsulphas cupricus biammonicus* (das Cuprum ammoniatum der Pharmaceuten), *Subsulphas kalicus bialuminicus, trialuminicus, sexaluminicus.* Uebrigens wollte man durch die Nomenclatur zu viel anzeigen, so würde man sie leicht verderben, indem man sie entweder zu komplicirt oder dem Ohr unangenehm macht.

Nomenclatur der Ammoniaksalze.

Ehe ich den Artikel Nomenclatur verlasse, muss ich den Leser auf die Verschiedenheit der Bezeichnung aufmerksam machen, welche zwischen der der Ammoniumsalze und der Ammoniaksalze stattfindet. Wenn Ammoniak mit wasserhaltigen Säuren Salze bildet, so tritt 1 Atom Wasser in die Zusammensetzung des Salzes, was nicht abzuscheiden ist ohne Zerstörung des Salzes. Der Wasserstoff von diesem Wasser beträgt genau so viel, um mit dem Ammoniak Ammonium zu bilden, und der Sauerstoff ist gleich dem Sauerstoff in anderen Basen, welche dieselbe Quantität Säure sättigen würden. Das Ammoniak repräsentirt daher mit diesem Wasser ein Oxyd des Radikals *Ammonium*, zusammengesetzt aus 2 Atomen Radical und 1 Atom Sauerstoff. In Folge dieser Vorstellung treten die Salze, welche das Ammoniak bildet, ganz in die Kategorie aller übrigen Sauerstoff-

stoffsalze. Ebenso in den Schwefelsalzen, das Sulphidum hydricum verbindet sich mit dem Ammoniak und bildet das Sulphuretum ammonicum, welches fähig ist, sich mit noch zwei, drei, vier und fünf Atomen Schwefel zu verbinden. Diese Salze, in welchen das Ammoniak eine Sauerstoffbase oder Schwefelbase zu bilden scheint, sind es, die ich *Ammoniumsalze*, *Salia ammonica*, nenne.

Wenn sich dagegen das Ammoniak mit einer wasserfreien Säure verbindet, z. B. mit Kohlensäure, schwefliger Säure, oder mit wasserfreien Chloriden, Fluoriden, Bromiden u. s. w., so entstehen zwar Verbindungen, die Ammoniak enthalten, aber nicht das Oxyd von Ammonium, und die ganz andere Eigenschaften als die Ammoniumsalze besitzen. Man nennt sie z. B. *Carbonas ammoniaci*, *Sulphiis ammoniaci* u. s. w. Durch Wasser werden sie in Ammoniumsalze verwandelt.

Das Ammoniak verbindet sich oft als solches und nicht als das Oxyd von Ammonium mit neutralen Salzen. Es erzeugt dann die basischen Ammoniaksalze, von denen folgende Beispiele sind:

Nitras hydrargyricus ammoniacalis.
Sulphas argenticus ammoniacalis.
Chloretum calcicum ammoniacale.
Chloridum phosphorosum ammoniacale.

Oefen. — Bei chemischen Versuchen bedarf man so unausgesetzt der Hülfe des Feuers, dass Oefen zu den unentbehrlichsten Geräthschaften in einem Laboratorium gehören. Aus losen Ziegelsteinen kann man sich im Nothfall oder in einzelnen Fällen Oefen aufstellen; sie bieten aber nicht die Bequemlichkeit in der Regierung des Feuers dar, wie ein eigentlicher Ofen. Die kleinen vierseitigen oder runden Oefen aus Gusseisen, mit losem Rost, wie sie im Handel zu haben sind, und wie Fig. 9. *A.* Taf. V. vorstellt, sind in vielen Fällen sehr brauchbar. Man stellt sie, wie Figur zeigt, auf zwei Ziegelsteine, und man kann sie, wenn man eine sehr hohe Temperatur bedarf, leicht in Wind- oder Zug-Oefen verwandeln durch Aufsetzung eines Schornsteins von Eisenblech, Fig. 9. *B.* Um leicht abhebbar zu sein, wenn er heiss ist, hat dieser einen Handgriff von Holz, der vermittelst

zweier Eisen an der Schornsteinröhre befestigt ist. Derselbe Schornstein passt auch auf kleinere Oefen, als der ist, wozu er gemacht wurde, wenn sie nur rund oder vollkommen quadratisch sind. Dieser einfache Ofen darf in einem Laboratorium nicht fehlen; er kostet wenig, ist sehr dauerhaft, und ist in den meisten Fällen anwendbar. Er hat nur den Uebelstand, dass er leicht glühend wird, und dann viel Wärme ableitet. Darum muss man auch mit Oefen aus feuerfestem Thon versehen sein.

Wenn es nicht selten nothwendig ist, die Hitze durch vermehrten Zug verstärken zu können, so ist es auf der anderen Seite auch sehr oft nothwendig, den Zug regiren und vermindern zu können, so dass man eine grosse Masse einer lange anhaltenden, aber weniger starken Hitze aussetzen kann. Hierzu ist aber erforderlich, dass man es in seiner Willkühr habe, das Zuströmen der Luft in den Ofen beliebig zu vermehren oder zu verringern. Den gewöhnlichsten, solchem Endzwecke entsprechenden Ofen sieht man im Durchschnitt Fig. 10. Er besteht aus dreien, lose auf einander gelegten Theilen. *abcd* ist das Bodenstück, *ef* ein rund herum hervorstehender Rand, auf dem der Rost liegt. *g* ist eine Oeffnung zum Einströmen der Luft, verschliessbar durch einen passenden Einsatz aus demselben Material wie der Ofen. *h* ist eine ähnliche Oeffnung zum Einlegen von Kohlen, ebenfalls verschliessbar. *adki* ist ein Ring oder Aufsatz, der auf das Bodenstück aufgelegt wird. In *l* hat er einen halbzirkelförmigen Ausschnitt für Retortenhälse u. dgl. Auf diesem Ring liegt der Dom *imnk*. In *l* hat er ebenfalls einen halbzirkelförmigen Ausschnitt, der mit dem des Ringes eine runde Oeffnung bildet, die nach Bedarf durch einen entsprechenden Einsatz zu verschliessen ist. An der Seite bei *o* hat der Dom ferner eine Oeffnung wie *g* und *h*, und wie diese mit einem wohlschliessenden Einsatz versehen. Braucht man starkes Feuer, so wird auf den kleinen Schornstein *mn* ein Rohr von Eisenblech aufgesetzt; will man nur gelinde Hitze haben, so verschliesst man, nachdem der Ofen angefeuert ist, alle Zuglöcher und mehr oder weniger auch den Schornstein, auf welche Weise man die ganze Kohlenmasse im Ofen nur in Braungluth erhalten kann. Es ist sehr bequem, in dem Ring *adki* zwei gegen einander überste-

hende Löcher zu haben, zum Hindurchlegen von Porcellanröhren, die glühend gemacht werden sollen. Bei anderen Versuchen werden diese Löcher mit Stöpseln verschlossen. Die in der Fig. mit *p* bezeichneten Stellen sind Handhaben zum Abnehmen der einzelnen Theile. — Solche Oefen muss man in verschiedener Grösse haben und dabei sehr kleine. Sie müssen alle mit eisernen Bändern umlegt sein, weil sie dadurch zusammengehalten werden, in dem Falle, dass die Thonmasse springt, wie es allerdings leicht geschieht.

Zum Erhitzen grösserer Röhren, wie z. B. bei der Bereitung von Schwefelkohlenstoff, Chloraluminium u. dgl., hat man eigne parallelepipedische Oefen, wie Fig. 11, am besten wie die folgende Art, aus starkem Eisenblech verfertigt und inwendig mit feuerfestem Thon ausgefüttert.

Die besten und zu dem mannigfaltigsten Gebrauche bequemsten Oefen sind, nach meiner Erfahrung, diejenigen, welche von Luhme in Berlin verfertigt werden. Sie gehören im Ganzen zu derselben Art wie Fig. 10. Sie werden aus starkem Eisenblech gemacht, so dass Bodenstück und Aufsatz, welche in Fig. 10 getrennt sind, in Luhme's Ofen aus einem Stück bestehen. Fig. 12. zeigt einen solchen Ofen, so wie auch seinen Durchschnitt. *abcd* ist die aus Eisenblech verfertigte Umgebung, auf die oben ein eiserner Ring von Eisenblech, von gleicher Breite wie der Durchmesser des darunter befindlichen Beschlags, aufgesetzt ist. Dieser Beschlag oder diese Ausfütterung besteht aus feuerfestem Thon. *g* und *h* sind die Thüren; *g* oder die untere für den Aschenraum, ist mit einer kleineren, ebenfalls dicht verschliessbaren Thüre versehen. *xx* sind zwei gegenüberstehende runde Oeffnungen zum Hindurchlegen von Röhren, verschliessbar durch die beiden, in der Figur offen stehenden, kleinen ausgefütterten Thüren. Fig. 13. zeigt den Ofen von oben hineingesehen. Die an dem inneren Rande hervorstehenden eisernen Knöpfe *eee* dienen zum Aufstellen von Kesseln, die kleiner sind als die obere Oeffnung des Ofens, so wie die blattförmigen hervorstehenden Theile *ddd* zur Unterstützung oder zum Aufstellen von Gefässen bestimmt sind, die grösser sind als der Ofen, ohne dass in beiden Fällen durch das aufgesetzte Gefäss der Zug des Ofens verhindert wird. Fig. 14. ist der zu diesem Ofen bestimmte und mit

29*

seinem Schornstein versehene Dom, ebenfalls inwendig ausgefüttert und mit einer ausgefütterten Thüre versehen. Fig. 15 ist ein Ring oder Aufsatz von Eisenblech, der auf *ad* Fig. 12 passt und bei Destillationen auf der Sandcapelle gebraucht wird. Fig. 16. ist eine solche, genau in diesen Ring passende Sandcapelle; Fig. 17. zeigt dieselbe von oben gesehen. *i* ist der zur Aufnahme des Retortenhalses bestimmte Ausschnitt, und *kkkk* sind runde, zum Verschliessen mit kleinen Schiebern versehene Oeffnungen, wodurch der Zug bewirkt wird, und vermittelst deren die Hitze zu verstärken oder zu vermindern ist. Retorten, welche in dieser Sandcapelle erhitzt werden, destilliren mit grösserer Sicherheit, weil die Hitze nicht bloss von der Menge des eingelegten Brennmaterials, sondern von dem Oeffnen der Zuglöcher abhängt. Lässt man sich hierzu eine Art schaalenförmigen Helms von Eisenblech machen, von gleichem Durchmesser mit dem Ring Fig. 15. und auf einer Seite für den Retortenhals ausgeschnitten, so verhindert dieser die durch die äussere Luft bewirkte Abkühlung des Retortengewölbes, und die Destillation geht um so rascher. Fig. 18. endlich ist der Durchschnitt noch einer anderen, auf diesen Ofen passenden Sandkapelle mit grosser Oberfläche, die zum Abdampfen, Digeriren etc. dient, (siehe *Sandcapelle).*

Windofen, ein Ofen, worin vermittelst eines sehr starken Zugs, ohne Gebläse, ein sehr heftiges Feuer hervorgebracht werden kann. Ein wesentlicher Theil eines solchen Ofens ist ein gemauertes, schmales und sehr hohes Schornsteinrohr, welches sich nach oben zu etwas verengt. Beim Baue eines aus Steinen aufgeführten, zu einem Laboratorium bestimmten Raumes thut man am besten, in die Wände mehrere solcher Rohre legen zu lassen, um sie in vorkommenden Fällen öffnen und zum Anbaue von Windöfen benutzen zu können. Vorausgesetzt nun, ein solches Rohr sei in oder an der Mauer, und wenigstens unten von feuerfesten Ziegeln, bis zu einer Höhe von wenigstens 9 bis 10 Ellen aufgeführt, so mauert man neben dasselbe, ebenfalls aus feuerfesten Steinen (Chamottesteinen), einen vierseitigen Ofen auf, von 9, 12 bis 15 Zoll lichtem Durchmesser, und mit der Oeffnung nach oben. Man macht ihn nur so hoch, dass man gut hineinsehen und Tiegel bequem einsetzen und herausnehmen

kann. Für letzteren Endzweck, besonders bei Anwendung sehr grosser schwerer Tiegel, kann es sogar vortheilhaft sein, den ganzen Ofen in den Boden des Laboratoriums zu senken, so dass seine obere Oeffnung mit dem Erdboden in gleicher Linie liegt. Ungefähr 1½ Fuss von der oberen Oeffnung wird ein Rost eingesetzt, am besten von der Einrichtung, dass die beiden mittleren Stäbe desselben festsitzen, die übrigens aber nur lose eingesetzt, also herausnehmbar sind. Unter dem Roste wird die eine Seite des Ofens offen gelassen, oder es bleibt auch der ganze Raum unter dem Roste verschlossen, indem alsdann die Luft durch einen unter dem Boden des Laboratoriums gezogenen Kanal, der in's Freie oder in einen Keller führt, herbeigeleitet wird. Nahe an der oberen Mündung des Ofens ist in der Wand desselben eine Oeffnung gelassen, die vermittelst eines kurzen Kanals mit dem Schornsteinrohr communicirt. Die Mündung des Ofens wird mit einem genau schliessenden, in einen entsprechenden Falz eingreifenden Deckel verschlossen. Dieser Deckel besteht aus feuerfestem Thon, der zur besseren Haltbarkeit mit einem Rahmen von Eisenblech umgeben ist. Er ist entweder ganz abnehmbar oder ist vermittelst eiserner Bänder und Angeln, gleich einer Thüre, beweglich befestigt. Fig. 24. zeigt den Durchschnitt eines solchen, mit seinem Deckel bedeckten Windofens, worin ein bedeckter Tiegel auf seinem Untersatz steht. Nachdem man um den Tiegel herum Feuer angemacht hat, gerathen die Kohlen bald in lebhaften Brand, und durch den von einem sausenden Getöse begleiteten Zug entsteht eine Hitze, die der vermittelst eines Gebläses in einem Gebläseofen hervorgebrachten nahe kommt. Zur Verminderung oder Abschliessung des Zugs muss die Oeffnung unter dem Rost oder auch das Schornsteinrohr, letzteres durch einen Schieber, verschliessbar sein. Will man zu feuern aufhören, so bietet die Einrichtung mit dem ausziehbaren Rost den grossen Vortheil dar, dass man durch das Wegnehmen der Roststäbe auf der Stelle die Kohlen in den Aschenraum fallen lassen kann, und so der Tiegel allein stehen bleibt.

Gebläseofen, — ein Ofen, worin das Feuer durch einen doppelten Blasebalg angefacht wird. Die einfachste Art ist eine sogenannte Esse, ein vierseitiger Feuerraum, von Zie-

gelsteinen an einer feuerfesten Wand aufgeführt, durch welche letztere die Düse eines kräftigen doppelten Blasebalgs eingeführt wird, wie Fig. 19. Der Durchmesser dieser Esse richtet sich nach der Grösse der einzusetzenden Tiegel, und beträgt 8 bis 12 Zoll im Lichten. Auf den Boden legt man eine dünne Schicht von feuerfestem Sand, auf welche der Untersatz für den Tiegel, mitten vor die Gebläse-Mündung gestellt wird, so dass der Tiegel, mit einer nach dieser gewandten Ecke, in einen Abstand von etwa 3 Zoll von der Gebläsewand zu stehen kommt, und die mittelsten Gebläsestrahlen in der Richtung eines kleinen Zolls über seinem Boden einwirken. Die Tiegel werden gewöhnlich mit Deckeln oder umgekehrt aufgesetzten kleineren Tiegeln bedeckt und verklebt, und wenn man in der Führung des Gebläses und Aufschütten von Kohlen sorgfältig verfährt, kann man in einer solchen Esse einen sehr hohen Hitzgrad hervorbringen. Je freistehender sie ist, um so bequemer lässt sie sich gebrauchen, und am bequemsten ist sie, wenn sie von drei Seiten zugänglich ist.

Später hat man diese Gebläsefeuer zum Gebrauche bequemer und zugleich von grösserer Wirkung eingerichtet, erstlich dadurch, dass man sie tragbar machte, und zweitens, dass man den Wind um den Tiegel herum durch mehrere Oeffnungen einströmen liess. Unter diesen so eingerichteten Gebläseöfen zeichnet sich besonders vortheilhaft der von Sefström aus. Er hat 8 gegenüberstehende Gebläse-Oeffnungen. Fig. 20. zeigt ihn im verticalen Durchschnitt und Fig. 21. im Grundriss. Er besteht zunächst aus zwei in einander gestellten, mit Böden versehenen Cylindern von Eisenblech, welche oben durch eine ringförmige Eisenplatte luftdicht mit einander verbunden sind. Der äussere Cylinder *AA* misst 22, und der innere *BB* 16 Zoll im Durchmesser; die Höhe des ersteren beträgt $16\frac{1}{2}$ Zoll. Der Raum zwischen diesen beiden Cylindern dient als Behälter für die Luft, welche durch die Röhre *C* aus dem Gebläse herbeigeführt und durch die 8 kleineren Röhren *a* in den inneren Cylinder, den eigentlichen Ofen hineingeleitet wird. Dieser innere Cylinder ist mit einer $2\frac{3}{4}$ Zoll dicken und noch fast um eben so viel über ihn hinausgeführten Lage *DD* von feuerfesten Ziegelsteinen ausgesetzt, so dass der Ofen einen

inneren Durchmesser von 10½ Zoll behält. Die 8 Röhren, welche die Luft einleiten, stehen in gleichem Abstand von einander und liegen in gleicher Höhe, 7 Zoll über dem Boden des inneren Cylinders; sie sind von starkem Eisenblech, 1½ Zoll lang, konisch geformt, und haben an der Mündung ½ Zoll im Durchmesser. — Als Brennmaterial in diesem Ofen braucht man nur gut verkohlte Holzkohlen, allein ein sehr wesentlicher Umstand für die richtige Wirkung des Ofens ist die Grösse der Kohlen. Sie müssen nämlich alle in gleich grosse Stücke, von etwa Wallnussgrösse, zerschlagen und gestiebefrei sein, damit sie im Ofen von selbst gleichförmig zusammensinken und man das Umrühren mit einem Stabe vermeiden kann. — Als Beweis für die grosse Wirksamkeit dieses Ofens kann ich bemerken, dass ich eine halbgeflossene Masse von Platin gesehen habe, welche Sefström in diesem Ofen durch Zusammenschmelzen von Feilspähnen, Blech- und Drathstückchen in einem bedeckten Thontiegel, ohne Zusatz, erhalten hatte; gleichwohl waren als Brennmaterial nur Holzkohlen gebraucht worden, und unstreitig würde mit Coaks, wenn sie nicht durch ihre viele Schlacke zu sehr den Ofen verderben würden, eine Hitze in demselben hervorgebracht werden, der keine Art Tiegel mehr widerstehen könnte. Auch aus eigener Erfahrung kann ich hinzufügen, dass keine mir bekannte Anstalt zur Hervorbringung einer hohen Temperatur, in etwas grösserem Maassstabe, diesem Ofen an Wirksamkeit gleichkommt, der ausserdem durch seine Tragbarkeit für ein Privat-Laboratorium, wo man nicht selten um Raum verlegen ist, grosse Bequemlichkeit darbietet. Den Blasebalg dazu habe ich unter einem Tisch angebracht, wie Taf. III. Fig. 8, und die Communication desselben mit dem Ofen ist durch einige weite Blechrohre bewerkstelligt, die vermittelst weiter Caoutschoucröhren beweglich mit einander verbunden sind. Statt der Blechröhre kann man dazu, wiewohl weniger gut, aufgeblasene und von Ligamenten befreite Ochsendärme nehmen.

Probirofen, Cupellirofen, — ein kleiner eiserner, inwendig mit feuerfestem Thon ausgefütterter Ofen, mit einer eingesetzten Muffel (s. diesen Artikel), welcher hauptsächlich zum Abtreiben von Gold- und Silberproben dient, die auf Capellen in die glühende Muffel eingesetzt werden. Fig. 22

ist die vordere Ansicht von einem solchen Probirofen. Der innere Raum desselben enthält nur die Muffel, die auf zwei starken Eisenstäben ruht. Sie reicht nur bis zu $^2/_3$ in das Innere des Ofens, lässt also zwischen sich und der hinteren Wand einen Raum. *a* ist die Mündung der Muffel, verschliessbar durch die neben befindlichen eisernen Schieber. Die über dem Rost befindliche Oeffnung *b*, ebenfalls mit Schiebern versehen, dient, so wie die oberen Oeffnungen *c*, zur Regulirung des Zugs; die älteren Oefen hatten gar keinen Rost.

Flammofen, Reverberirofen. — Hierunter werden grosse, nur zu technischem Behuf bestimmte Oefen verstanden, worin die Substanzen nur durch die Flamme von flammegebendem Brennmaterial, namentlich von Holz- und Steinkohlen, in einem von diesem abgesonderten Raum, erhitzt werden. Fig. 23 gibt eine allgemeine Vorstellung von einem solchen Ofen. *A* ist der mit einem Rost versehene Raum für das Brennmaterial, *BEF* der Raum, wohin die Flamme wirken soll, *EF* das Gewölbe, *BC* der Herd, worauf die zu erhitzenden Substanzen zu liegen kommen, und der, je nach verschiedenem Bedarf, horizontal oder geneigt ist, und *CF* eine vorspringende kleine Mauer, die Brücke, welche zur Leitung der Flamme nach dem Gewölbe zu dient. *a* deutet die gewöhnlich an der Seite des Ofens befindliche, verschliessbare Oeffnung zum Einlegen der zu erhitzenden Substanzen an; oft ist noch bei *B* eine besondere Oeffnung, die Stichöffnung, zum Ablassen von geschmolzenem Metall u. dgl. *H* ist der sehr hohe Schornstein, wodurch der Zug bewirkt wird, und der durch eine Klappe abzusperren ist. — Die Flammöfen dienen zum Schmelzen grosser, zum Giessen bestimmter Metallmassen, zu einer Art des Eisenfrischprocesses (Puddlingsprocess), zum Rösten und zum Calciniren, und es ist einleuchtend, dass sie zu diesem verschiedenen Behuf Modificationen in der Form erleiden müssen, deren nähere Beschreibung aber nicht hierher gehört.

Papin's Digestor oder *Topf*, — eine nach seinem Erfinder, Dionysius Papin, genannte Art von luftdicht verschliessbarem Topf, aus dem die Dämpfe von kochendem Wasser nicht entweichen können, und worin also Wasser, ohne gasförmig zu werden, bedeutend über seinen Koch-

punkt erhitzt werden kann. **Papin** gebrauchte ihn vorzüglich zur Bereitung von Knochengallerte; er gerieth indessen bald in Vergessenheit, da durch unvorsichtiges Kochen das Gefäss nicht selten explodirte und Unglücksfälle veranlasste. Später verbesserte man ihn dadurch, dass man in seinem Deckel einen kleinen konischen, luftdicht schliessenden Zapfen anbrachte, der erst bei einer gewissen Elasticität der Dämpfe herausgeworfen wird und so der Explosion des Gefässes vorbeugt. Wird dieses Ventil mit Gewichten beschwert, so dass es für jeden Quadratzoll seiner unteren, in dem Gefäss befindlichen Oberfläche, 10, 20, 30 bis 40 Pfund wiegt, so kann das Wasser in demselben eine Temperatur von + 113°, 123°, 133° und 140° annehmen, ehe das Sicherheitsventil gehoben wird. — Das Gefäss wird gewöhnlich von verzinntem Kupfer, zuweilen auch von Gusseisen gemacht; niemals darf es ohne Sicherheitsklappe gebraucht werden. Seine Anwendung, zur Bereitung sowohl von Knochengallerte als von Auflösungen anderer animalischer und vegetabilischer Stoffe, wird immer allgemeiner; mit grossem Vortheil habe ich es auch zur Auflösung von Harzen in Spiritus, für die Bereitung verschiedener Lackfirnisse, anwenden gesehen.

Pelican, — ein Circulir-Kolben, s. *Circuliren.*

Pfropfen, — zum Verschliessen von Flaschen und überhaupt chemischen Gefässen, sind für den Chemiker ein nicht unwichtiger Gegenstand. Vor allem wird von ihnen verlangt, dass sie dicht schliessen. Im Allgemeinen bestehen sie aus Kork oder Glas.

Korkpfropfen verschliessen am besten, weil ihre Elasticität zulässt, dass man sie in Oeffnungen einklemmt. Zu chemischen Endzwecken muss man stets die besten Korke nehmen. Man wählt solche, die aus einem weichen, gleichförmigen Kork gemacht sind, der frei von harten Theilen oder Höhlungen ist, die beide dem dichten Schliessen entgegen sind. Auch muss man Korke schneiden können, um nicht passende gehörig passend zu machen, so wie man auch mit Korkscheiben versehen sein muss, um daraus Korke zu grösseren Oeffnungen schneiden zu können. Zur gehörigen Formung von Korken pflegt man auch Feilen anzuwenden, vermittelst deren eine ungeübte Hand leichter, als mit dem

Messer, die gehörige Form zu Stande bringt. Zum Korkschneiden wendet man eigene Messer an, mit dünner und breiter Klinge, ähnlich einem Schuhmachermesser. Man schärft sie auf einem trocknen Schleifstein aus Sandstein, wodurch die Schneide weniger fein und mehr sägeartig wird; dessen ungeachtet schneiden sie sehr gut, und ihre Schneide hält besser. Zur Erleichterung des Schneidens pflegt man die Klinge dabei zuweilen in Talg zu stecken. Um den Korken die zum richtigen Schliessen erforderliche Weichheit zu geben, müssen sie von allen Seiten gelinde gepresst werden, wozu die Fig. 1. Taf. VI. vorgestellte, ganz einfache Vorrichtung dient. Der untere Theil *ab* wird auf einem Tisch oder Block befestigt. Der obere Theil *cd* ist vermittelst eines Charniers mit ersterem verbunden und hat bei *e* eine Handhabe. Beide Theile haben entsprechende Ausschnitte *eee* von verschiedener Grösse. In diese werden die Korke gehalten und durch Herabdrücken von *cd* zusammengepresst; zwischen jedem einzelnen Druck wendet man den Kork etwas. — Sehr oft hat man nöthig, Glasröhren durch Korke zu führen; die Oeffnungen dazu macht man auf zweierlei Weise, entweder durch Einbrennen oder durch Feilen; beides geht gut, indessen ziehe ich das Feilen vor, theils weil durch das Einbrennen der Kork erhitzt wird und aufquillt, und theils weil die Korkmasse um die Oeffnung herum so zerstört wird, dass wenn man zwei Oeffnungen neben einander braucht, die Zwischenwand zwischen beiden gewöhnlich undicht wird. Zum Ausfeilen von Oeffnungen in Korken braucht man runde Feilen und Raspeln von verschiedenem Durchmesser, von der Dicke eines starken Stahldraths, bis zu $^3/_8$ Zoll. Die Feilen dürfen nicht zu fein gehauen sein, weil sie sonst den Kork nicht stark genug angreifen, und Raspeln sind daher vorzuziehen. Haben sich die Feilen beim Gebrauche mit Korkfeile und Schmutz gefüllt und sind sie dadurch stumpf geworden, so entfernt man diese durch Maceration in lauer Lauge von Kalk und Asche. Eine am Ende abgebrochene runde Feile oder Raspel wird dadurch wieder brauchbar, dass man eine Spitze anschleift.

Mohr hat vor nicht langer Zeit eine Methode, um Löcher durch Korke zu bohren, angegeben, die in Betreff der Bequemlichkeit Vorzüge vor allen anderen Methoden

hat. Man lässt sich durch Zusammenlöthen der Kanten Cylinder von Eisenblech machen, von abnehmendem Durchmesser, so dass sie in einander passen, z. B. eine Anzahl von 12 Stück. Diese werden nun in Bohrer für Löcher von verschiedener Grösse verwandelt, auf die Weise, dass sie an dem einen Ende mit einer halbrunden Feile zu einer sägeförmig scharfen Kante zugeschärft werden. An dem anderen Ende biegt man die Kanten um, um beim Bohren mit der Hand aufdrücken zu können, oder man befestigt daran ein rundes hölzernes Heft, oder, wenn man eine Drehbank zur Hand hat, befestigt man sie in die Patrone derselben. Mit Hülfe dieser Cylinder bohrt man mit grosser Leichtigkeit ein ganz glattes Loch in einen Kork, und das ausgebohrte Stück wird mit dem nächstfolgenden Rohr herausgestossen und bildet einen guten schmäleren Kork. Bedarf man dünner, hohler Korkcylinder, so bohrt man erst ein Loch mit einem Rohr von einer gewissen Dicke, und hierauf ein anderes, wobei man den Cylinder in das Rohr bekommt. Dabei wird man nicht durch Korkspähne belästigt. Um die Bohrer von recht passender Grösse wählen zu können, hat man die Cylinder numerirt, bohrt damit Löcher in eine Korkscheibe und numerirt auch diese Löcher, da man dann mit dem Glasrohr, welches in einem Kork befestigt werden soll, das am besten passende Loch prüfen kann. Wenn ein Glasrohr nicht genau zu einem der Löcher passt, so wählt man den Bohrer, welcher am nächsten kommt, und gibt das Loch dem Glasrohr nicht nach, so erweitert man es mit einer runden Feile oder Raspel. Zu sehr feinen Löchern müssen kleine runde Feilen angewendet werden. Die Korkstücke, welche in dem Bohrer stecken bleiben, schiebt man mit passenden Holzcylindern heraus, die man von dreierlei Durchmessern hat, um für den ganzen Bohrsatz angewandt werden zu können.

Korke, die lange an einer warmen Stelle liegen, oder womit Flaschen mit concentrirter Schwefelsäure, ungelöschtem Kalk u. dgl. Stoffen, die stark Feuchtigkeit anziehen, verschlossen sind, trocknen aus, werden kleiner und schliessen nicht mehr dicht. Für solche Fälle müssen die Korke vorher bei einer so hohen Temperatur, als sie ertragen können, getrocknet worden sein. In andern Fällen verhindert

man dieses Austrocknen dadurch, dass man die Flaschen umlegt, und so den Kork in beständiger Berührung mit der Flüssigkeit lässt. Auch durch Verharzung der Korke pflegt man dem Austrocknen vorzubeugen; das Harz dazu muss mit ein wenig Talg zusammengeschmolzen werden, damit es nicht beim Anstossen abspringe.

Pfropfen von Glas werden am allgemeinsten gebraucht; sie müssen eingeschliffen sein, damit sie vollkommen dicht halten. Fast nur in Frankreich hat man es hierin zur richtigen Vollkommenheit gebracht. Die in Paris verfertigten Flaschen sind mit vortrefflich eingeschliffenen Pfropfen versehen, und sind dabei wohlfeiler, als irgend wo anders, was freilich darin seinen Grund hat, dass an anderen Orten der Absatz dieser Waare zu gering ist, als dass er die grössere Genauigkeit der Arbeit bezahlen könnte. In solchem Falle muss man dann diese Arbeit selbst vornehmen, oder wenigstens die Pfropfen der im Handel vorkommenden Flaschen genauer einschleifen; denn auf den Glashütten werden sie gewöhnlich nur mit grobem Sand eingeschliffen, und sowohl Pfropf als innere Seite des Flaschenhalses bekommen dadurch eine rauhe Oberfläche. Dieses letzte Einschleifen macht man mit feinem Schmirgel, bis die Oberflächen eben geworden sind und dicht in einander schliessen. Es geht ganz gut aus freier Hand, wenn der Pfropf nur einigermaassen passt; ist dieses aber nicht der Fall, oder hat man einen Pfropfen in eine Flasche mit noch ungeschliffenem Hals einzuschleifen, so muss dies in einer Drehbank geschehen, die man, wenn nicht für andere, doch wenigstens für diesen Endzweck in der Nähe des Laboratoriums haben muss. Zum Schleifen von Flaschen- oder Kolbenhälsen lässt man sich kupferne Kegel von verschiedenem Durchmesser machen, die in die Drehbank eingesetzt werden; sie müssen aber nur höchst wenig konisch sein. Sie werden mit Schmirgelpulver und Baumöl bestrichen (auch Wasser kann man nehmen, nur spritzt es zu viel), und der Hals ausgeschliffen, indem die Flasche an den in Umdrehung befindlichen kupfernen Kegel gehalten wird. In einem Laboratorium pflegt man bald, durch Zerbrechen von Flaschen, eine Sammlung kleinerer und grösserer Glasstöpsel zu bekommen, und unter diesen wählt man sich einen passenden aus, spannt ihn in die Drehbank in eine

hölzerne Patrone ein, und schleift die Flasche mit feinem Schmirgel an den Pfropfen selbst an. Hat man keine geschliffene Pfropfen, so muss man sie erst in hohlen kupfernen Kegeln, wovon man ebenfalls einen Satz von verschiedenen Durchmessern haben muss, schleifen. — Die Mühe mit diesem Einschleifen ist sehr gering, Alles ist in wenigen Minuten abgemacht, und wird doch reichlich durch den grossen Vortheil belohnt, sich auf seine Pfropfen verlassen zu können.

Zuweilen ist man in dem Fall, Glasgefässe mit weiten Oeffnungen luftdicht verschliessen zu müssen. In solchen Fällen schleift man die Mündung des Gefässes eben, und bedeckt dasselbe mit einer ebenfalls eben geschliffenen Scheibe von dickem Glase, am besten Spiegelglas. Wird der Rand des Gefässes mit Talg bestrichen, so hält die darauf gelegte Scheibe vollkommen dicht. Um das Herunterfallen derselben zu verhindern, kann man sie mit der, Fig. 2 abgebildeten, hölzernen Schraube befestigen.

Gut eingeschliffene Pfropfen setzen sich nicht selten so fest, dass sie auf gewöhnliche Weise nicht wieder herauszunehmen sind. Man hält dann den Hals der Flasche in die Flamme einer einfachen Spirituslampe, indem man ihn beständig umdreht, so dass der ganze, vom Pfropf ausgefüllte Cylinder auf einmal schnell erhitzt wird; der Pfropf geht alsdann leicht heraus, weil nämlich der Hals eher warm wird, als der Pfropf, und sich dabei so viel ausdehnt, dass ersterer losgeht. Ist er durch ein zwischenliegendes, eingetrocknetes Salz festsitzend geworden, so stellt man die Flasche eine Zeit lang umgekehrt in ein Glas mit Wasser, bis das Salz losgelöst ist. Mit kaustischen Alkalien geschieht es zuweilen, dass die geschliffene Glasfläche angegriffen wird, und die Pfropfen sich dadurch festsetzen; es bleibt dann nichts Anderes übrig, als den Hals abzusprengen, da es selten die Mühe lohnen möchte, den Pfropfen vermittelst eines Kupfercylinders und Schmirgels auszuschleifen.

Bei chemischen Versuchen, besonders bei Destillationen, hat man zuweilen für Glas- und Sicherheits-Röhren durchbohrte Pfropfen nöthig, die nicht von Kork sein dürfen. In solchen Fällen nimmt man Speckstein, Talk, Agalmatolith, Meerschaum und selbst Holz, die alle leicht mit dem Messer

zu behandeln sind; die Oeffnung im Kolben schleift man mit dem Kupfercylinder rund, und dreht dann einen dazu passenden Pfropf von Speckstein oder Holz, der bei einiger Sorgfalt so dicht zu machen ist, dass er selbst ohne Lutirung hält. In diesen Pfropf macht man alsdann die für die Röhren erforderlichen Löcher, und macht die Verkittung mit Leinölkitt. In Ermangelung solcher weicher Steinarten können solche Pfropfen auch von dickeren Stücken von zerbrochenen Graphit-Tiegeln oder von natürlichem Graphit gemacht werden.

Phlegma, — siehe *Dephlegmiren*.

Phlogisticiren — bedeutete bei den älteren Chemikern dasselbe, was Desoxydiren, oder in einen Zustand der Brennbarkeit zurückführen, ist.

Phlogiston, — eine in der Vorstellung existirende Materie, wodurch Stahl die Verbrennung erklärte. Die Vereinigung des Phlogistons mit einem Körper machte denselben brennbar, sein Entweichen verursachte die Verbrennungs-Erscheinung, und nachdem es entwichen war, blieb eine Säure oder eine Erde zurück, welche letztere Metallkalk genannt wurde. Der Schwefel bestand nach dieser Theorie aus Schwefelsäure und Phlogiston, und Blei aus Bleikalk und Phlogiston.

Piedestal, — siehe *Untersatz*.

Pipette, — ein Instrument, dazu bestimmt, Flüssigkeiten aus einem Gefässe in ein anderes zu transportiren, ohne nöthig zu haben, das Gefäss von der Stelle zu nehmen. Fig. 3 Taf. VI. zeigt dieses kleine Instrument; es besteht aus einer, unten zu einer feinen Spitze ausgezogenen Glasröhre, an der eine Kugel ausgeblasen ist; in diese Kugel wird die Flüssigkeit durch *a* eingesogen, während man die Spitze *d* in die Flüssigkeit hält. Oberhalb der Kugel ist die Röhre wie *abc* gebogen, weil man dadurch beim Aufsaugen besser sieht, wann die Kugel voll zu werden anfängt. Indessen gebraucht man auch sehr häufig Pipetten mit geraden Röhren. Dieses Instrument ist hauptsächlich bestimmt, um Lösungen von kaustischem Kali oder Natron aus den Flaschen, worin sie aufbewahrt werden, herauszunehmen, vgl. Th. II. pag. 302. Luhme in Berlin verfertigt zu diesem Endzweck Pipetten,

wie Fig. 4. Taf. V., bei denen vermittelst des Caoutschoucs das Aufsaugen bewirkt wird; indessen lassen sich mit ihnen jedesmal nur kleine Mengen aufsaugen, auch hält es schwer, sie zwischen jedem Gebrauch zu reinigen. — Graduirte Pipetten betreffend, siehe *Mensurglas*.

Pneumatischer Apparat — wird die Sammlung von Instrumenten genannt, die zu Versuchen mit Gasen nöthig sind. Man hat diese Apparate von zweierlei Art, nämlich zum Auffangen der Gase über Quecksilber und über Wasser. Ersteren betreffend, siehe *Quecksilberapparat*, und letzteren siehe *Gasbehälter* und *Wanne*.

Pneumatische Chemie — wurde eine Zeit lang Lavoisier's Lehre von der Verbrennung und im Allgemeinen die neuere Chemie genannt, weil sie sich viel mit der Untersuchung der, bis dahin so wenig bekannten, gasförmigen Körper beschäftigte.

Porphyrisiren, — siehe *Pulvern*.

Präcipitat, *präcipitiren*, — s. *Niederschlag*.

Presse. — Für chemische Zwecke sind nicht selten Flüssigkeiten durch Pressen auszudrücken. Gewöhnlich bedient man sich dazu einer Schraubenpresse, die so allgemein bekannt ist, dass sie hier keiner Beschreibung und Abbildung bedarf. Aber diese nimmt in einem Laboratorium oft grösseren Raum ein, als das Local gestatten will. Man bedient sich dann für kleinere Versuche einer kleinen gewöhnlichen Buchbinderpresse, die aus zwei starken eichenen Bohlen gemacht ist, welche 8 bis 10 Zoll lang, 4 bis 6 Zoll breit, und 1 Zoll dick sind, wie Figur 28 Tafel II. zeigt. Das untere Pressbrett ist in der Mitte mit einer kleinen runden Platte von Blei oder Silber belegt, die kleine erhabene Ränder hat, und vor dem Pressbrett mit einer Röhre endigt. Sie ist so eingesenkt, dass die erhabenen Kanten mit dem Brett eine Ebene bilden. Das obere Pressbrett hat eine ebene Platte, welche erhöht auf dem Brett liegt und genau in die untere passt. Ist die Quantität von Flüssigkeit, welche ausgedrückt werden soll, gering, so legt man vielfach doppeltes Filtrirpapier über und unter das Auszupressende und wechselt dieses Papier mehrere Male mit neuem. Die Flüssigkeit kann daraus mit Wasser ausgezogen werden.

Eine Bramah'sche oder sogenannte hydraulische Presse,

wie sie gewöhnlich in physikalischen Cabinetten als Modell von diesem Instrument angetroffen wird, ist im Uebrigen für Arbeiten im Kleinen die beste Presse, welche man anwenden kann, wiewohl sie etwas kostbar ist.

Réal'sche Presse nennt man ein Instrument, in welchem man Körper unter dem Druck von einer mehrere, z. B. 10 bis 20 Fuss hohen Wassersäule maceriren und darauf die Lösung durch diese Wassersäule ausdrücken lässt, indem man den Hahn im Boden öffnet. Man erwartete viele Wirkung von dem Druck bei dieser Art von Maceration, aber es hat sich gezeigt, dass er hierbei wenig wirkt. Später hat man den Apparat so verändert, dass die Maceration unter gewöhnlichem Luftdruck geschieht, und die gebildete Lösung durch eine Compressions-Luftpumpe ausgetrieben wird. Diese Versuche gaben den ersten Anlass zu dem Robiquet'schen Deplacirungs-Apparate.

Probirofen, — siehe *Oefen*.

Probirtute, — eine gegenwärtig nicht mehr gebräuchliche Art kleiner Schmelztiegel, von der Form kleiner, mit einem Fusse versehener Kolben, wie Fig. 4 Taf. VI. Sie bestanden gewöhnlich aus hessischer Tiegelmasse.

Product — bezeichnet eine Substanz, die durch eine chemische Operation aus Materialien hervorgebracht wird, in denen sie vorher nicht enthalten war, zum Unterschied von *Educt*, was eine durch die Operation nur abgeschiedene, vorher schon fertig vorhanden gewesene Substanz bedeutet.

Pulvern, — eine mechanisch-chemische Operation, die häufig vorkommt. Unter dem Artikel *Reibschaale* werde ich noch ein Weiteres darüber anführen. Oft ist es nothwendig, die Feinheit eines Pulvers bis zum möglich höchsten Grade zu bringen. Dies ist durch Reiben in einem Mörser nicht möglich, sondern das in diesem geriebene Pulver muss nachher noch mit Wasser auf einer Platte mit dem Läufer gerieben werden; hierdurch wird es noch feiner, und wenn sich zuletzt der Läufer in der nassen geriebenen Masse wie in Oel bewegt und bei dem Reiben kein Laut mehr gehört wird, ist das Pulver so fein, als es werden kann. Man spült es alsdann mit der Spritzflasche von der, auf eine ihrer Ecken gestellten Platte ab und lässt die Masse

in

in ein Glas laufen. Diese Reibplatten dürfen nur von Porphyr, Achat oder Feuerstein sein, weil alle übrigen Materialien so weich sind, dass Theilchen davon leicht abgerieben und dem Geriebenen beigemengt werden. Selbst diese härteren Steine werden etwas angegriffen und theilen stets etwas von ihrer Masse mit. Wo es auf sehr grosse Genauigkeit ankommt, kann es zuweilen nöthig werden, den Gehalt an so abgeriebener Masse in dem Pulver zu bestimmen, und man hat hierzu vorgeschrieben, die zu pulvernde Substanz vor und nach dem Reiben zu wiegen, und durch die Gewichtszunahme nachher die Menge der von der Platte oder dem Mörser abgeriebenen Masse zu bestimmen. Ich will nicht die Möglichkeit leugnen, dass man auf diese Weise ein zuverlässiges Resultat erhalten könne; indessen muss ich bekennen, dass ich niemals, selbst unter Wasser, das Reiben so ohne allen Verlust ausführen konnte, dass eine solche Wägung etwas entschieden hätte. Bisweilen wog ich den Mörser vor und nachher, und erfuhr auf diese Art, was er beim Reiben verloren hatte.

Die mit Wasser abgespülte Masse wird mit mehr Wasser zu einer dünnen Flüssigkeit wohl angerührt, alsdann ungefähr eine Minute lang zum Sinken stehen gelassen, und darauf die unklare Flüssigkeit von dem, was sich abgesetzt hat, in ein reines Glas mit Vorsicht abgegossen und darin sinken gelassen. Was sich schon abgesetzt hatte, wird von Neuem gerieben und auf dieselbe Weise mit Wasser behandelt. Diese Operation nennt man *Schlämmen*, und das Pulver, was sich nach einiger Zeit, gewöhnlich nach 12 bis 24 Stunden, aus dem unklaren Wasser abgesetzt hat, *geschlämmt*. Es befindet sich nun in der feinsten mechanischen Zertheilung, zu der es zu bringen ist. Das geklärte Wasser giesst man ab und trocknet das Pulver. Das Pulver von jedem Mineral, das durch Glühen mit Alkali oder saurem schwefelsauren Kali analysirt werden soll, muss auf diese Weise geschlämmt sein, wenn man einer vollständigen Zersetzung sicher sein will. Nimmt man ein ungeschlämmtes Pulver, so können darin grössere Körner sein, die dann beim Brennen nicht mit der übrigen Masse gleichförmig zersetzt werden.

Pyrometer, Feuergradmesser, — ein Instrument, welches zum Messen sehr hoher Temperaturen dient. Instru-

mente der Art wurden schon im Th. I. pag. 41 beschrieben; eine, dort nicht angeführte, Methode besteht darin, dass man Blei und Silber und Platin in vielen verschiedenen Verhältnissen zusammenschmilzt, und sich dadurch ungleich leicht schmelzbare Verbindungen verschafft, deren Schmelzpunkte zwischen den des Blei's und den des Platins fallen. Hiervon werden stecknadelkopfgrosse Kugeln ausgeplattet und nach der Ordnung auf Scheiben von feuerfestem Thon gelegt, die in einen Tiegel von ebenfalls feuerfestem Thon über einander gesetzt werden. Aus der Anzahl von geschmolzenen Kugeln sieht man alsdann, zwischen welchen Schmelzpunkten die höchste Hitze gewesen ist.

Quartscheidung — wird eine, bei der Scheidung des Goldes vom Silber gebräuchliche, Methode genannt, wobei letzteres von Salpetersäure aufgelöst wird. Vergl. *Gold*, Th. III. p. 196.

Quecksilber-Apparat — wird die Sammlung von Instrumenten genannt, welche zu den Gasversuchen über Quecksilber erforderlich sind. Sie sind folgende:

1. Die *Quecksilberwanne* oder das zur Aufnahme des Quecksilbers dienende Gefäss. Sie muss aus einer starken und dichten Substanz bestehen, und wird gewöhnlich aus Kalkstein oder Gusseisen gemacht. Man hat dazu mehrere Formen vorgeschlagen, um dabei mit der möglichst kleinsten Menge Quecksilber auskommen zu können. Die am wenigsten kostbare und doch den meisten Absichten entsprechende ist ein kleiner aus Eisen gegossener, vierseitiger Kasten, mit sehr dünnen Wänden, 9 Zoll lang, $6^1/_4$ Zoll breit und $1^1/_2$ Zoll tief. Auf dem Boden derselben ist der Länge nach eine $1^5/_8$ Zoll breite und $1^1/_2$ Zoll hohe Vertiefung angebracht, die sich an dem einen Ende der Wanne erweitert, so dass sie hier einen runden Ausschnitt bildet, wie Fig. 7 Taf. VI. zeigt. Diese Vertiefung ist dazu bestimmt, um erforderlichen Falles die Röhren oder Glocken in eine tiefere Masse von Quecksilber senken zu können, ohne dazu doch so viel Metall nöthig zu haben, als wenn die Wanne überall eben so tief wäre. Die Rundung an dem einen Ende dient zum Einsenken von Glasglocken, die für den übrigen Theil der Vertiefung zu breit sind. Sie kann 2 bis 3 Zoll im Durchmesser haben. Da aber dieser runde Theil der Ver-

tiefung viel Quecksilber fasst und in vielen Fällen nicht gebraucht wird, so hat man von derselben Form ein Stück Eisen, welches die Vertiefung genau ausfüllt und dabei noch einen Zoll weit in den geraden Theil der Vertiefung reicht, Fig. 8. *F*. Dieses Eisenstück wird in die Vertiefung eingesetzt, so lange man diese nicht braucht, und wird von zwei kleinen eisernen Riegeln, Fig. 7. *cc*, die in einer kleinen Einsenkung am Rande der Vertiefung liegen, festgehalten, ohne dass diese über den Boden der Wanne hervorstehen. An dem Eisenstücke *F* sind für diese Riegel bei *dd* kleine Einsenkungen angebracht. An dem schmaleren Ende hat dieses Stück eine Aushöhlung, bei *G* im Durchschnitt zu sehen, und in *F* durch Punkte angedeutet; von dieser Aushöhlung geht durch das Eisen hindurch eine kleine Oeffnung. Diese Einrichtung dient zum Einsetzen des Endes der Gasleitungsröhre. Doch ist sie auch entbehrlich, wenn man den Rand der Glocke etwas über das schmalere Ende von *F* schiebt, wo dann die Röhre durch den Quecksilberdruck gegen den Rand der Glocke festgehalten wird. Diese Wanne muss mit vier Füssen von Holz oder Messing versehen sein, die eingeschraubt sind und sich durch Schrauben verlängern oder verkürzen lassen, so dass die Wanne, selbst auf einer schiefen Unterlage, sicher und unbeweglich stehen kann, und kein Quecksilber durch Schwanken verloren geht. Zur Verhinderung des Rostens ist es gut, die Wanne mit einem schwarzen Firnisse zu überziehen. Taf. VI. Fig. 8. *H* stellt die Wanne mit Füssen im Profil dar. Bei ihrem Gebrauche darf man sie nicht unmittelbar auf einen Tisch setzen, sondern sie muss stets in einem, mit einem niedrigen Rande versehenen hölzernen Kasten stehen, welcher zur Aufnahme des bei den Versuchen verschütteten Quecksilbers dient; und aus eigener Erfahrung weiss ich, dass es nicht ohne Nutzen ist, wenn auch der Tisch, worauf der ganze Apparat steht, rund herum mit einer vorragenden, niedrigen Leiste umgeben ist. — Eine Quecksilberwanne der Art erfordert nicht mehr als 25 Pfund Quecksilber, wenn die Gasversuche nur in einem solchen Maassstabe angestellt werden, dass jedes einzelne Glasgefäss nur 10 bis 12 Kubikzoll zu fassen braucht. Für Gasmengen von 25 Cubikzoll braucht man 50 Pfund, und in noch grösserem Maassstabe wird man

selten zu arbeiten haben, abgesehen von den Schwierigkeiten, welche sich wegen des Drucks, den das Glas alsdann zu erleiden hätte, entgegenstellen würden.

Die beste Quecksilberwanne indessen ist die, deren sich die französ. Chemiker bedienen. Sie ist aus Kalkstein gemacht und erfordert zwar, bei den anzugebenden Dimensionen, 125 Pf. Quecksilber zur richtigen Füllung, bietet aber auch bei den Versuchen darin alle mögliche Bequemlichkeit dar. Fig. 9 zeigt dieselbe im Grundriss. Ihre Länge beträgt 15, und ihre Breite 11 Zoll. Ihre Seitenwände sind 1⅓ Zoll dick. *aa* sind zwei schmale und wenig tiefe Rinnen, 1½ Zoll unter dem oberen Rand der Wanne in einen ebenen Boden eingeschnitten, und zur Aufnahme der Gasentwickelungsröhre bestimmt, so dass Glocken und Eprouvetten sicher und gerade stehen, indem sie nicht mit ihrem Rande auf die Röhre zu stehen kommen. Fig. 10 zeigt einen Länge-, und Fig. 11 einen Quer-Durchschnitt. *b* ist ein ¾ Zoll weites und 6 Zoll tief eingebohrtes Loch, welches dazu dient, um bei Gasmessungen schmale Eprouvetten oder graduirte Röhren so tief einsenken zu können, dass man äusseren und inneren Quecksilberstand gleich hoch bekommt. Um hierbei ohne Paralaxe zu messen, muss das Auge in der Ebene des Quecksilberspiegels gehalten werden, und zu diesem Endzweck ist, wie *ec* zeigt, in einer Ebene mit dem Boden, in welchem die Rinnen liegen, aus der Wand der Wanne ein Stück ausgehauen, und statt dessen vermittelst Harzkittes ein nach dem Falz in der Steinwand geschliffenes Stück Spiegelglas *ee* so dicht eingesetzt, dass kein Quecksilber durch die Fugen ausrinnen kann. *dd* ist eine grössere Vertiefung, deren Boden nach dem anderen Ende der Wanne zu geneigt und hier 5½ Zoll tief ist. Der Boden ist gerundet, wie Fig. 11 zeigt. Diese Vertiefung dient zur Einsenkung von Flaschen und Eprouvetten, aus denen Gas in ein anderes auf dem oberen ebenen Boden stehendes Gefäss gelassen werden soll. Das Quecksilber bleibt beständig in der Wanne, und wird ausser dem Gebrauche vermittelst eines aufgelegten Papieres und Deckels vor einfallendem Staub geschützt. Die Wanne selbst steht in einem grösseren und dichten Kasten von Holz, welcher zur Aufnahme des bei den Versuchen verschütteten Quecksilbers dient. Im

Boden hat dieser Kasten eine Rinne, die sich mit einem nach Aussen öffnenden und durch einen Kork verschlossenen Loche endigt, durch welches das verschüttete Quecksilber abgelassen werden kann.

Zu Gasversuchen über Quecksilber muss die Oberfläche desselben stets so blank sein wie möglich. Bei Anwendung der kleinen eisernen Wanne bewahrt man es darum zwischen den Versuchen in reinen Krügen auf, in die man es vermittelst eines, in eine feine Röhre ausgezogenen Trichters einfüllt, um es von schon darauf befindlichem Staub zu befreien. Bei Versuchen mit Gefässen von 25 Kubikzoll Inhalt muss der Krug mit dem Trichter stets neben der kleinen Wanne stehen, da sie nicht so viel Quecksilber fasst, als aus den Gefässen verdrängt wird, und das überflüssige also während des Füllens des Gefässes mittelst eines eisernen Löffels in den Krug ausgeschöpft werden muss. Das im Trichter bleibende unreine Quecksilber sammelt man und presst es dann gelegentlich durch sämisches Leder aus.

2. Zur Aufsammlung des Gases kann man zwar jedes passende Glasgefäss nehmen, indessen gebraucht man dazu doch allgemein Glasglocken. Sie müssen aus dickem Glas bestehen und am besten oben mit einer Oeffnung versehen sein, auf die vermittelst eines eigenen Kittes (siehe *Kitt k)* eine, mit einem dicht schliessenden Hahn versehene, messingene Fassung aufgesetzt wird, Fig. 26. Taf. II. Um diese Glocken in der kleinen Wanne mit Quecksilber zu füllen, muss man mit einer kleinen Saugpumpe von Messing versehen sein, welche auf den Hahn aufgeschraubt, und womit das Quecksilber in die Höhe gepumpt wird, mit der Vorsicht, dass dasselbe nicht bis in den Hahn oder die Pumpe gelange, die dadurch amalgamirt und verdorben werden würden. Die in dem Hahn bleibende kleine Menge Luft ist häufig ohne Einfluss; muss sie aber gänzlich entfernt sein, so lässt man eine kleine Menge des aufzufangenden Gases in die Glocke steigen, pumpt dasselbe wieder aus, und wiederholt dies einige Male. Auch kann man sich hierzu eiserne Hähne machen lassen, die vom Quecksilber nicht angegriffen werden; indessen rosten sie so leicht, dass sie dadurch bald unbeweglich werden.

Die Glasgefässe, in denen das Gas aufgefangen wird, werden am besten mit der im Art. *Gasbehälter* beschriebenen und auf Taf. I. Fig. 18 abgebildeten Vorrichtung gehalten. Die Schraubenzwinge *ML* wird an dem Rande der steinernen Wanne, oder an dem Rande des unter der eisernen Wanne stehenden hölzernen Kastens befestiget. Eine in jeder Hinsicht weniger zu empfehlende Vorrichtung sind zwei an dem hölzernen Kasten befestigte, gegenüberstehende Arme, oben mit einem Ausschnitt versehen, worin ein Querholz liegt; unter dasselbe wird die Glocke gestellt und durch seine Befestigung an den Armen auf den Boden der Wanne gedrückt.

Quecksilberwanne, — siehe *Quecksilber-Apparat.*

Radical, — der brennbare Körper, der in einem Oxyd mit Sauerstoff verbunden ist. Den Unterschied zwischen Radical und Basis siehe *Basis.*

Rauchfang. — Es ist von grossem Vortheil, manche Operationen, mit denen Rauch und übler Geruch verbunden ist, in einem warmen Zimmer vornehmen zu können, ohne doch von diesen Ausdunstungen Beschwerde zu haben. Diesen Endzweck erreicht man am besten vermittelst eines Rauchfangs, der sich in einen Stubenofen öffnet. Jenseits der Klappe lässt man in das Ofenrohr ein 5 bis 6 Zoll weites Rohr von Eisenblech einsetzen, versehen mit einer Klappe, welche sich in einer an den Seiten des Rohrs hervorstehenden, vierseitigen Hülse bewegt, so dass der Durchmesser des Rohrs dadurch nicht vermindert wird, dass die Hülse in dem Rohr vorsteht. Dieses braucht etwa nur $\frac{1}{2}$ Elle lang zu sein; der übrige Theil wird von dünner Pappe gemacht, indem man die zu einem Rohr zusammengerollte Pappe auf zwei schmale Stöcke aufnagelt, so dass diese in dem Rohre gegen einander über stehen. Die Näthe der Pappe werden durch übergekleisterte Papierstreifen dicht gemacht. An dem unteren Ende des Papprohres macht man eine seitwärts gebogene, trompetenförmige Erweiterung von $\frac{3}{4}$ Elle Weite und 6 bis 8 Zoll Tiefe. Diese Erweiterung wird nach unten gewandt, und daran eine konische, nach unten zu erweiterte Haube von Wachstaft angehängt; vermittelst eines Ringes von dickem Stahldrath und etwa 2 Ellen Durchmesser, wird dieselbe unten aus einander ge-

halten. Taf. VI. Fig. 12 zeigt einen solchen Rauchfang; *ban* ist das Rohr von Eisenblech, *ed* die Klappe mit ihrer Hülse, *emfl* das Papprohr mit seinen Stäben *fe* und *ml*; *lfgh* die trichterförmige Erweiterung, ebenfalls mit ihren kleinen Stäben *gl* und *fh* versehen; und endlich *gkih*, die Haube von geöltem Wachstaft, an dem Rande *ik* mit einem Ringe von Stahldrath versehen, und bei *gh* mit einer Schnur angezogen oder mit groben Nadelstichen befestigt. Bei der Verfertigung dieser Haube lasse ich sie, um sie beweglich zu haben, ohne dass sie bricht, zuerst aus Wachstaft nähen und auf dem Ringe befestigen, und darauf in eine Auflösung von geschmolzenem Caoutschouc tauchen und damit durchtränken; nach gelindem Auswinden wird sie dann zwei bis drei Wochen lang im Sommer auf einem Boden zum Trocknen hingehängt. Ohne diese Behandlung bricht das Zeug leicht nach ein- oder mehrjährigem Gebrauche. — Da es sehr bequem ist, diese Haube nach Bedarf in die Höhe ziehen oder wieder herunterlassen zu können, so ist sie an dem Blechrohr vermittelst einer Verbindung von Wachstaft *aemn*, die sowohl um das Blech- als das Papprohr umgebunden ist, beweglich befestigt. Mittelst einer bei *l* befestigten Schnur, die durch einen an der Decke befestigten Glasring oder über eine Rolle gleitet, und in einem Winkel des Zimmers an der Wand heruntergeht, wo sie mit einem Gegengewicht von Blei versehen ist, kann man die Haube willkührlich höher und niedriger stellen. Ich habe auch eine besondere Senkungs-Vorrichtung für den Mantel von Wachstaft, so dass dieser, wenn es nöthig ist, allein in die Höhe gezogen werden kann, und dann durch das Gegengewicht oben bleibt, bis er wieder herabgezogen wird. — Unter einem solchen Rauchfang steht nun ein Tisch, auf dem man seine Gestelle zum Kochen über der Lampe hat, und worauf man Abdampfungen, Kochungen, Auflösungen in Säuren, Glasblasen u. dgl. vornimmt. Abgesehen von den Bequemlichkeiten, welche ein solcher Rauchfang darbietet, ist er auch zur Erhaltung der Gesundheit ganz wichtig, indem man sich bei seiner Benutzung nicht Dämpfen und Gasen auszusetzen braucht, die schädlich wirken können.

Reactionspapier — nennt man gefärbte Papiere, vermittelst deren man erkennt, ob eine Flüssigkeit, in welche

sie getaucht werden, freie Säure oder freies Alkali enthält. Man kann dazu mehrere Arten anwenden; die empfindlichsten sind:

1. *Lackmuspapier;* man macht es auf die Weise, dass man Lackmus (Th. VII. p. 184) in einen Beutel einbindet, und denselben in ein kleines Gefäss mit kochendheissem Alkohol von 0,85 spec. Gewicht aufhängt. Wenn die Flüssigkeit hinlänglich blau geworden ist, um ein hineingetauchtes Papier blau zu färben, sättigt man zuerst das freie Alkali darin mit einer Säure, und nimmt den Ueberschuss derselben, der nun die Flüssigkeit roth färbt, durch Zusatz von etwas mehr blauer Flüssigkeit hinweg, bis die rothe Farbe eben wieder verschwunden ist. Mit dieser blauen Flüssigkeit wird alsdann weisses Papier mittelst eines reinen Pinsels bemalt; oder auch giesst man sie in eine flache, reine Schüssel, zieht das Papier hindurch, und hängt es dann, nachdem man es etwas abtropfen gelassen hat, auf ausgespannten Bindfaden zum Trocknen auf. Nach dem Trocknen zerschneidet man es in schmale Streifen; bei den Reactionsproben taucht man sie mit dem Rande in die auf Säure zu prüfende Flüssigkeit.

Ausser dem blauen Lackmuspapier muss man auch rothes haben; hierzu wird ein Theil der obigen blauen Flüssigkeit entweder mit ein wenig Essig oder mit ein Paar Gran Salmiak vermischt, und das Papier alsdann auf die erwähnte Art damit gefärbt. Von Essig wird die Flüssigkeit sogleich roth, von Salmiak aber röthet sich das Papier erst während des Trocknens. Ein halbgeröthetes Lackmuspapier entspricht oft dem doppelten Endzweck; von Alkali wird es rein blau, und von Säuren stärker roth. — Zu bemerken ist, dass man bei Feuerlicht die Reaction mit Lackmusspapier nicht anwenden kann, weil es dann stets roth aussieht und keine Reaction damit zu bemerken ist.

2. *Fernambuckpapier* erhält man durch Färbung von Papier mit einer Infusion von Campechenholz. Durch Alkali wird es blau; allein die Anwendung des gerötheten Lackmuspapiers macht es entbehrlich.

3. *Curcuma-* und *Rhabarber-Papier* wird erhalten durch Färbung von Papier mit einem Decoct von Curcuma oder Rhabarber. Es ist gelb und wird durch Alkali braun. Es

ist bei weitem nicht so empfindlich, wie geröthetes Lackmuspapier.

Die Reactionspapiere müssen stets zur Hand liegen, ohne jedoch sauren oder ammoniakalischen Dämpfen ausgesetzt zu sein; am besten verwahrt man daher die kleinen Streifen in einem kleinen Futteral von Pappe, wozu sich ein gewöhnliches Brillenfutteral sehr wohl eignet.

Reagiren — sagt man von einem Stoff, wenn er die Eigenschaft hat, mit einem andern eine bestimmte Erscheinung hervorzubringen, wodurch der eine oder der andere von ihnen zu erkennen ist. Die Hervorbringung dieser Erscheinung nennt man *Reaction.* So z. B. ertheilt ein Tropfen Galläpfel-Infusion, in eine eisenhaltige Flüssigkeit getropft, derselben eine schwarze Farbe, wodurch sich die Gegenwart des Eisens verräth; die Galläpfelinfusion ist also ein *Reactionsmittel* auf Eisen. Ein Tropfen einer sauren Flüssigkeit, in eine blaue Auflösung von Lackmus getropft, färbt dieselbe roth; Lackmus ist daher ein Reactionsmittel auf Säure.

Recipient. — Bei Versuchen mit der Luftpumpe bedeutet es die Glasglocke, die auf den Teller der Luftpumpe gesetzt, und woraus die Luft ausgepumpt wird. Bei Destillationen dagegen bedeutet Recipient eine grössere Vorlage (siehe *Vorlage*), worin das Destillat aufgefangen wird.

Rectificiren, — ein pharmaceutischer Ausdruck, bedeutet: durch Destillation reinigen oder concentriren.

Reduciren, — einem oxydirten Körper den Sauerstoff entziehen und ihn in seinen ursprünglichen, brennbaren Zustand zurückführen. Wird auch für die Wiederherstellung der Radicale aus den Chlor-, Schwefel- etc. Verbindungen gebraucht. Zu Reductionen im Kleinen vermittelst Wasserstoffgases, besonders bei quantitativen Versuchen, wendet man den Taf. VI. Fig. 13 abgebildeten Apparat an. *a* ist die Flasche zur Entwickelung des Wasserstoffgases, zum Eingiessen der Säure mit einer Trichterröhre versehen; *b* die gebogene, in eine Kugel ausgeblasene Ableitungsröhre, welche Kugel zur Verdichtung eines grossen Theiles des mit dem Gase weggeführten Wassers dient; diese Röhre ist durch Caoutschouc an ein anderes kurzes Röhrenstück luftdicht angebunden, das durch einen Kork in die Röhre *c*

geht; diese Röhre ist mit gröblich gepulvertem, wasserfreiem Chlorcalcium gefüllt und dient zur Austrocknung des Gases. *d* ist eine in der Mitte zu einer Kugel ausgeblasene Röhre, in welche die zu reducirende Substanz gelegt, und worin sie der Hitze der Spirituslampe ausgesetzt wird. Diese Reductionsröhre ist ebenfalls durch Caoutschouc an das kleine, aus der Trocknungsröhre durch einen Kork gehende, Stück Glasrohr beweglich und luftdicht angebunden. Ein solcher Apparat dient überhaupt zum Erhitzen von festen Substanzen in Gasen, namentlich zur Bereitung des Chlorschwefels, Chlorphosphors und vieler anderer flüchtiger Chlorverbindungen, indem man nur die Flasche *a* durch andere Gasentwickelungsgefässe ersetzt, und das zweite Ende der Kugelröhre *d*, statt deren man auch eine kleine tubulirte Retorte nehmen kann, abwärts biegt, um es in das zur Aufsammlung des Products bestimmte und abgekühlte Gefäss leiten zu können.

Reductionsprobe — nennt man in der Probirkunst den Versuch, wenn man ein Metalloxyd in einem Tiegel mit Kohle reducirt, um daraus den Metallgehalt zu bekommen.

Regulinisch — heisst bei Metallen so viel wie nicht oxydirt, überhaupt nicht verbunden, rein metallisch. Siehe Th. II. pag. 253.

Regulus — wird ein, zu einer Masse zusammengeschmolzenes, reducirtes Metall genannt.

Reibschaalen. — Man unterscheidet Mörser, welche zum Stossen, und Reibschaalen, welche zum Zerreiben dienen. Die ersteren sind schmal und hoch, die letzteren breit und flach. — 1. *Mörser von Gusseisen.* Sie dienen zu gröberen Pulverisirungen, werden aber selten in dem Laboratorium des theoretischen Chemikers gebraucht, wo man mit grösserem Vortheil hierzu eine gegossene, 2 bis 2½ Zoll dicke Eisenplatte von 12 Zoll Seite, nebst einem breiten Hammer und einem 2 Zoll hohen und 6 Zoll weiten Ring, anwendet. Das Zerstossen geschieht mit dem Hammer in dem Ring, und das grobe Pulver wird alsdann ohne den Ring auf der Platte mit dem Hammer feiner gerieben. — Für Substanzen, von denen beim Stossen nichts verloren gehen

darf, muss man mit einem hohen gusseisernen Mörser versehen sein, der einen passenden Deckel von Holz hat, durch welchen die Keule hindurchgeht, wie Taf. VI. Fig. 6. Kleinere Mengen werden in Papier eingewickelt und unter dem Hammer zerkleinert, worauf man sie in einer Reibschaale feiner reibt. Messingene Mörser werden nur in der Küche gebraucht. — 2. *Mörser von Feuerstein, Achat* oder *Calcedon.* Sie sind eigentlich Reibschaalen, und sind, wegen der nothwendigen Härte, zu genauen Mineral-Analysen durchaus unentbehrlich. Man muss mit einem grösseren zum Reiben von Mineralien, und einem kleineren von etwa 1½ Zoll Durchmesser und ½ Zoll Tiefe versehen sein, der zu den Löthrohrversuchen, namentlich den Reductionen, angewendet wird. Sie müssen völlig glatt und eben sein, und dürfen keine sichtbaren Gruben oder Sprünge haben, in denen Pulver bei einer Pulverisirung sitzen bleiben könnte. — 3. *Reibschaalen von Porphyr* werden zu Elfdalen gemacht und können für die meisten Fälle angewendet werden. Indessen sind sie weniger hart, als die von Feuerstein oder Calcedon, und haben ausserdem den Uebelstand, dass sich in ihnen bisweilen Feldspathstückchen loslösen und dadurch eine Grube hinterlassen. Je weniger Feldspath sie enthalten, um so besser sind sie; zwar besteht dieser Porphyr eigentlich ganz aus Feldspath, allein der dichte Feldspath, welcher die Grundmasse davon ausmacht, ist ein wenig härter, als der krystallisirte, welcher in einzelnen Punkten darin sitzt. — 4. *Reibschaalen von Porcellan* eignen sich gut zum Pulvern von Salzen und weniger harten Körpern; eben so 5. *Reibschaalen von Glas,* die wohlfeiler, aber auch weicher und zerbrechlicher sind. — 6. In den Apotheken werden häufig die aus einem schwärzlich-grünen Serpentin verfertigten Serpentinmörser angewendet. In der Chemie können sie nicht gebraucht werden, weil sie zu weich sind, und der Einwirkung von Säuren nicht widerstehen; in der Pharmacie dagegen eignen sie sich wegen ihrer Stärke sehr gut zum Mengen pulverförmiger Körper.

Ueber die beste Form der Mörser ist man verschiedener Meinung gewesen. Für eigentliche Mörser zum Stossen ist die cylindrische mit abgerundetem Boden die beste. Fig. 6 zeigt einen solchen Mörser mit Stössel und aufliegendem

Deckel. Für Reibschaalen hat man die Form eines halben oder Viertel-Kugelsegments empfohlen, so wie das Ende des dazu gehörigen Pistills ebenfalls das Segment einer Kugel von gleichen Radien sein sollte. Allein diese Form ist unvortheilhaft, in sofern man beim Reiben die Hand unverrückt im Mittelpunkt der Kugel halten, und das Reiben nur durch Drehungen der Hand nach allen Seiten hin verrichten müsste. Mir scheint die Form, welche die gewöhnlichen Porphyrmörser haben, im Ganzen die beste; die nämlich, wo die Aushöhlung des Bodens einen Theil einer sehr grossen Kugel ausmacht, und von welcher die Seiten mit einem abgerundeten Winkel gerade in die Höhe steigen, während die Convexität des Pistills ein Theil einer gleich grossen oder nur wenig kleineren Kugel bildet, wie Fig. 5. Das Reiben geschieht durch eine kreisförmige Bewegung, und die zu reibende Masse kann dabei dünn und gleichförmig über den ganzen Boden ausgebreitet werden, so dass alle gröberen Körner vom Pistill getroffen und zerrieben werden. In einer rein kugelförmigen Reibschaale würde sich die Masse auf dem tiefsten Theile des Bodens ansammeln und daselbst für eine gleichförmige Zerreibung eine zu dicke Lage bilden. — Alle Gefässe der Art müssen einen sehr dicken Boden haben, damit man zuweilen ohne Gefahr für das Gefäss auf ein gröberes Korn einen Stoss geben kann. Man reinigt sie am besten mit Bimstein und Wasser, und stets habe man ein Stück Bimstein vorräthig, welches nur hierzu gebraucht wird; zum grösseren Vortheil für das Reinigen nimmt es dabei nach und nach die Form der Concavität des Mörsers an.

Retorte, — ein Gefäss, welches zum Destilliren bestimmt ist und im Allgemeinen aus Glas verfertigt wird. Eine Retorte ist eigentlich ein Glaskolben mit gebogenem Halse, wie Taf. VI. Fig. 16 zeigt. Die ältesten Retorten wurden wie Fig. 15 gemacht, und hatten den Uebelstand, dass wenn der Hals beim Destilliren geneigt lag, nur wenig in dem Bauche der Retorte enthalten sein konnte, abgesehen davon, dass solche Flüssigkeiten, die in Streifen fliessen, wie Spiritus und mehrere Säuren, mit grosser Leichtigkeit ganz mechanisch am Glase herauf aus dem Bauche in den den Hals hinaufkriechen. Von dieser Form ging man zu

einem anderen Extrem über, und liess einen Theil des Halses von dem Bauche aus etwas geneigt aufsteigen, und bog ihn erst dann abwärts, wie Fig. 16. In solchen Retorten ist eine Destillation fast nicht zu beendigen, denn das Meiste wird im Anfange des Halses condensirt und fliesst in die Kugel zurück. Fig. 14 zeigt die Form einer richtig beschaffenen Retorte; der Hals entspringt oben und seitwärts aus der Kugel oder dem Bauche, ist daselbst sehr weit, und verengt sich nachher wieder allmälig. Der über der Kugel stehende Theil des Halses wird das *Gewölbe* genannt und muss ein Theil der Kugel selbst sein, damit, wenn während des Kochens etwas in die Höhe spritzt, dies in Folge der Biegung des Glases wieder in die Kugel zurückfliesst und nicht in den Hals gelangt. Ein an der Kugel weiter Hals beschleunigt die Destillation sehr bedeutend, da er viel Dämpfe enthalten kann und dabei eine, verhältnissmässig kleine Oberfläche der Luft zur Abkühlung darbietet.

Das wesentlichste in der Form einer Retorte ist, dass die Biegung zwischen dem Hals und der Kugel *a* Fig. 14 so beschaffen ist, das die Linie *ab* eine gerade, und der Winkel bei *a* ein spitzer von 30 bis 40° ist. Ist dagegen die Retorte wie Fig. 17 gemacht, so wie man sie häufig von den Glashütten erhält, da diese Form viel leichter zu geben ist, so fliesst Alles, was sich bis an die Linie *ab* auf allen Punkten des Gewölbes und im Halse condensirt, wieder in die Kugel zurück, während dagegen in Fig. 14 die Linie, von wo aus das Destillat abzufliessen anfängt, der Kugel um so viel näher liegt, dass eine Retorte von der Beschaffenheit wie Fig. 14 mehr als doppelt so schnell destillirt, als eine wie Fig. 17, welche, wenn sie die Gestalt nach der punktirten Linie *cda* hat, weit vortheilhafter wird und weit rascher destillirt.

Tubulirte Retorten nennt man solche, die im Gewölbe mit einer Flaschenöffnung und mit eingeschliffenem Glasstöpsel versehen sind, Fig. 18. Die Figur zeigt ausserdem die Verschiedenheit in der Form, dass man zur Destillation von weniger flüchtigen Flüssigkeiten Retorten mit fast runder Kugel wie Fig. 18 nimmt, während man dagegen zu Aether und Alkohol die ovale wie Fig. 14 wählt. Die tubulirten Retorten sind bequemer und anwendbarer, als die untubulirten.

In einem Laboratorium hat man Glasretorten von allen Grössen nöthig, kleine von dem Inhalte eines halben Cubikzolls bis zu den grösseren, die 150 fassen. Bei Versuchen mit Gasarten, besonders wenn feste Körper in Gasen erhitzt werden sollen, gebraucht man die Art Retorten, wie Fig. 19, die Cloches courbes der französischen Chemiker. Bei verticaler Stellung des Halses dieser Retorten kann man die untere Seite der Kugel derselben sehr leicht mit einer Spirituslampe erhitzen. — Alle Retorten müssen, besonders im Boden, von dünnem Glase und dabei frei von Steinchen sein, weil sie sonst leicht springen.

Bei mehreren Gelegenheiten, besonders für die Bereitung der Flusssäure, hat man eine Retorte oder Destillationsanstalt von Platin nöthig. Fig. 20 stellt eine solche dar. *A* ist eine Art Flasche mit weitem Hals; ihre Oeffnung *CD* ist aus so dickem Metall gemacht, dass sich der Retortenhals *B* dicht einschmirgeln lässt. Diese Oeffnung muss ferner so weit sein, dass man den Mittelfinger vollkommen hindurchstecken kann, und die Flasche selbst oder der eigentliche Retortenraum darf nur so tief sein, dass man mit dem Finger auf den Boden und zwischen den von letzterem und den Seiten gebildeten Winkel gelangen kann, weil sie ohne diesen Umstand niemals vollkommen sicher rein gemacht werden kann. Darum muss auch sowohl dieser untere als der obere Winkel so abgerundet sein, wie es die Figur zeigt, so dass die Retorte, wie ein Platintiegel, mit Sand rein gescheuert werden kann. Der Helm der Retorte, *B*, endigt mit einer Ableitungsröhre, an welche man eine andere, etwas längere Platinröhre einschmirgelt, die eine vollständigere Abkühlung des Destillats bezweckt.

Nicht selten braucht man zum Glühen in verschlossenem Raume eine sehr kleine Platinretorte. Eine solche macht man aus einem Platintiegel, Fig. 21 A, dessen oberer Rand so dick in Metall ist, dass er sich in den dazu gehörigen Helm *B*, dessen unterer Rand folglich ebenfalls dick in Metall zunehmen muss, einschmirgeln lässt. Dieser Helm muss luftdicht oder wenigstens so gut schliessen, dass, so lange kein bedeutender Druck entgegenwirkt, zwischen der Fuge nichts heraus dringt. Dieser kleine Apparat leistet besonders in solchen Fällen vortreffliche Dienste, wo man sich

überzeugen will, ob sich aus einem Körper in starker Glühhitze flüchtige Substanzen entwickeln. Will man einen Körper nicht in Luft, sondern in einem andern Gas, z. B. Wasserstoffgas, glühen, so führt man eine gerade Gasentwickelungsröhre bis in den hinteren Theil von *B*, und bringt dann, sobald die Luft von dem Gase ausgetrieben ist, den Apparat unter fortwährendem Einströmen des Gases zum Glühen. In diese Nothwendigkeit wird man versetzt, wenn man z. B. für analytische Bestimmungen Iridium, Rhodium, Palladium oder Osmium zu glühen und zu wiegen hat.

In einem Laboratorium sind ferner Retorten von ächtem Porcellan und von feuerfestem Thon nothwendig. Auf ihre Form kommt weniger an, da sie blos zum Glühen fester, oder zur Destillation solcher Substanzen dienen, die dazu eine sehr hohe Temperatur erfordern. Damit sie nicht springen, dürfen sie nur sehr vorsichtig erhitzt werden, und thönerne Retorten müssen in der Regel mit einem Beschlag (siehe *Beschlag*) versehen werden, der ein solches langsames Erwärmen möglich macht.

Schon im ersten Theile erwähnte ich der gusseisernen Cylinder, die zur Darstellung des Sauerstoffgases aus Braunstein dienen. In etwas grösserem Maassstabe und mit weiterem Ableitungsrohr versehen, bedient man sich ihrer auch zur trocknen Destillation, z. B. von Knochen oder Hirschhorn, Bernstein u. dgl. In den Laboratorien der Apotheken wendet man zu solchen Endzwecken gusseiserne Retorten an, wie Fig. 22, deren weite Tubulatur vermittelst eines ebenfalls gegossenen eisernen Stöpsels *B* verschlossen, und nachher mit einem Lutum aus Thon und Sand luftdicht verschmiert wird.

Retortenhalter, — ein Instrument, welches bei Versuchen zum Halten von Retorten, Glasröhren u. dgl. dient, und vermittelst dessen man ihnen sehr leicht jede erforderliche und beliebige Stellung und Neigung geben kann. Die Retortenhalter sind von verschiedener Einrichtung; die, welche ich am bequemsten gefunden habe, sind: *a*) der von Gay-Lussac, in Figur 24 und 25 Tafel VI. vorgestellt. *ab* ist ein Brett, und *cd* ein darauf befestigter Cylinder von Holz, an welchem das Stück *ef*, vermittelst der Schraube *g* in Fig. 25, die das Stück *ef* von oben gesehen zeigt, höher

oder niedriger befestigt werden kann. Es besteht aus einem parallelepipedischen Stück Holz *im;* durch das darin angebrachte Loch *h* geht der Cylinder *cd*, Fig. 24. Bei *kl* hat dieses Holzstück ein Loch in verticaler Richtung gegen k, durch welches der Zapfen *kf* geht, der mit Schraubengängen und einer Mutter *m* versehen ist. In Folge dieser Einrichtung ist es möglich, *ef* um seine Achse zu drehen und durch Anziehung der Mutter *m* in jeder beliebigen Richtung festzustellen. In Fig. 24 sieht man das Stück *ef* im Profil. Es ist gabelförmig ausgeschnitten und auf $^2/_3$ seiner Länge mit einem Loche *o*, Figur 25, durchbohrt, durch welches eine Schraube *o* Fig. 24 geht; in dem Loch des oberen Blattes ist diese frei beweglich, aber in dem unteren Blatt geht sie durch Schraubengänge, so dass sich beim Zuschrauben beide Blätter nähern und jeden, zwischen *e* und *p* eingesetzten Körper fest halten; hier sind in Falze zwei schwach ausgeschnittene Korkscheiben eingesetzt, welche bewirken, dass nicht die eingeklemmten Retortenhälse oder Glasröhren durch ungleichförmigen Druck zersprengt werden. Durch Erhöhung oder Senkung des Armes *ef* und Drehung um die Achse *kf*, so wie um *cd*, lässt sich die gehaltene Retorte mit der grössten Leichtigkeit in jeder beliebigen Stellung fixiren.

b) Ein anderer Retortenhalter, zu dem S e f s t r ö m die erste Idee angegeben hat, der aber nachher unter dem Gebrauch wesentlich verbessert worden ist und alle anderen übertrifft, sowohl hinsichtlich der Festigkeit, mit welcher er hält, als auch hinsichtlich der Leichtigkeit, mit welcher man die Stellung des zu haltenden Gegenstandes ändern kann, ist folgender: Ein parallelepipedisches Stück Holz *et* (Taf. VI. Fig. 26) von $2^1/_2$ Zoll Länge, $^3/_4$ Zoll Breite und $1^1/_4$ Zoll Höhe, ist zu einem cylindrischen, 8 bis 10 Zoll langen und $^3/_4$ Zoll dicken Schaft *tf* verlängert. Durch das parallelepipedische Stück gehen, in einem Abstand von $^1/_8$ Zoll von den Enden, zwei Löcher quer durch, bestimmt, um 2 Stahldräthe *crd* und *csd* aufzunehmen, die auf der einen Seite gerade und auf der anderen Seite gebogen sind, wie die Fig. zeigt, so dass also der eine ein längliches eisernes Oehr festhält, welches auf das gebogene Ende des anderen festgehakt werden kann. Man kann auch einen einzigen zusammenhängenden Drath anwenden, der auf der einen

einen Seite angemessen gebogen ist und dessen Enden auf der andern Seite ausgehen. Diese Enden werden auf der entgegengesetzten Seite des parallelepipedischen Holzstücks von einem kleineren Holzstück *pq* aufgenommen, in welchem sie festgekittet sind; sie sind ausserdem mit Schraubenmuttern *cc* versehen, die verhindern, dass sie ihre Befestigung in *pq* verlieren. Mitten durch dieses Holzstück geht eine Holzschraube *o* zu dem parallelepipedischen Holzstück *et*, und endigt sich hier in einer cylindrischen Vertiefung. Das Ende der Schraube hat einen in der Figur nicht sichtbaren, rund herum gehenden Ausschnitt, so dass sie gleichwie mit einem Knopf endigt. In diesen Ausschnitt gehen zwei feine Stifte, auf jeder Seite einer, wodurch die Schraube verhindert wird, aus dem Loch *et* zu kommen. Wird die Schraube nun gedreht, so nähern oder entfernen sich die auf der anderen Seite verbundenen Enden der Stahldräthe zu oder von der Unterseite von *et*. Hier zwischen werden nun die Hälse von Retorten oder Kolben, Glasröhren u. dergl. festgeschraubt. Um aber den Druck gleichmässig zu machen, ist in *et* auf seiner unteren Seite ein Stück Kork *ab* eingelegt und festgeleimt, und auf den verbundenen Enden der Stahldräthe, oder in der Biegung, im Fall man nur einen Drath hat, ist ein entsprechendes Korkstück sicher befestigt. Werden nun diese Korkstücke mittelst der Schraube an den dazwischen gefassten Gegenstand angezogen, so wird dieser vollkommen unverrückbar gehalten. Der Schaft *tf* wird in eine passende Oeffnung einer gewöhnlichen Schraubenklammer eingesetzt, wie diese bei *AB* der nebenstehenden Figur, welche den Retortenhalter aufgestellt zeigt, zu sehen ist. In dieser Oeffnung wird *tf* durch die Schraube *C* festgehalten, mit welcher man *tf* beliebig nahe oder weit von der Klammer befestigen und ihm auch jede mögliche Neigung geben kann. Am Ende *A* hat die Schraubenklammer einen sehr weiten Ausschnitt, so dass man sie auf Stäbe oder Pfeiler von sehr verschiedenen

Dimensionen setzen kann, z. B. auf ein Filtrirgestell oder auf den dünnen Metallstab einer Spirituslampe. Die Befestigung geschieht mit der Schraube *D*. Damit sie aber festsitze, ist sie inwendig an der der Schraube entgegengesetzten Stelle mit einer Vertiefung versehen, die eine mit der Endfläche der Schraubenklammer parallele, halb cylindrische Rinne *eA* bildet, gegen welche der Stab bei dem Festschrauben anliegt, wodurch er so fest sitzt, als wäre er in einem durch die Schraubenklammer gehenden Loch befestigt. Dieses Instrument gehört meines Dafürhaltens zu den unentbehrlichsten Dingen in einem Laboratorium; man muss mit mehreren derselben versehen sein. Nachdem man sie einmal anzuwenden angefangen hat, sieht man bald ein, wie mannichfaltig ihre Anwendbarkeit ist.

Reverberirofen, — siehe *Oefen*.

Röhren — werden zu chemischen Versuchen von mancherlei Art gebraucht. Der *Glasröhren* ist schon unter dem Artikel *Glasblasen* Erwähnung geschehen.

Röhren von Porcellan müssen von ächtem Porcellan sein, und man muss sie von verschiedenem Caliber haben. Man erhält sie aus den französischen und deutschen Fabriken, namentlich aus der zu Berlin, von jeder Weite und Länge. In vielen Fällen sind sie entbehrlich und können durch Glasröhren aus schwerschmelzbarem Glas, die man, wie ich bei *Glasblasen* anführte, mit Eisenblech umwickelt, ersetzt werden. Gesprungene Porcellanröhren lassen sich noch auf die Weise benutzen, dass man, bei Operationen damit, eng hineinpassende Glasröhren hindurchlegt, bei denen sie nun die Stelle des Eisenblechs oder Beschlags vertreten. — Für quantitative Glühversuche von festen Substanzen in Gasen bei hohen, nur in Porcellan- oder eisernen Röhren möglichen Temperaturen wendet man auch schmale, leichte Porcellangefässe, von 1 bis 3 Zoll Länge, an, wie man Figur 42 Tafel VI. abgebildet sieht, und die mit der abgewogenen Probe in das Rohr eingeschoben, und nach dem Versuche, mittelst eines an dem kleinen Oehr befestigten Platindrathes, bequem wieder herausgezogen werden können.

Röhren von Blei sind in vielen Fällen von grosser Brauchbarkeit; sie müssen aber etwas dick in Blei sein, um beim Biegen nicht einzuknicken oder abzubrechen. Durch

ihre Anwendung zu Gasentwickelungen, besonders solchen in etwas grösserem Maasstabe, erspart man sehr viel Glasröhren, die so leicht zerbrechen, während sich die Bleiröhren nur biegen.

Röhren von Caoutschouc, oder sogenanntem elastischen Harz, gewähren bei vielen Gelegenheiten eine unschätzbare Hülfe. Zu ihrer Verfertigung, und besonders zur Verfertigung von langen, hat man viele Verfahrungsweisen angegeben, die aber gewöhnlich mehr oder weniger missglücken. — Ich mache dieselben auf folgende Weise: Ein warmes, recht dünnes Caoutschoucstück wird doppelt zusammengelegt und mittelst einer scharfen und reinen Scheere längs der Zusammenbiegung abgeschnitten, und zwar so weit davon, als die Röhre weit werden soll. Die frisch geschnittenen Ränder haften nun mit der innern Seite an einander und werden mit Hülfe der Nägel noch inniger zusammengedrückt, indem man sich aber wohl hütet, die frischen Flächen, die auf diese Weise durch blosses Zusammendrücken zusammenkleben sollen, nicht mit den Fingern zu berühren. Jede Stelle, welche mit den Fingern berührt worden ist, haftet nachher nicht.

In neuerer Zeit werden in den Caoutschouc-Fabriken Röhren von Caoutschouc gemacht, die gewöhnlich viel besser und zuverlässiger sind, wie die auf die eben angeführte Weise verfertigten; welche jetzt nur noch als ein Ausweg im Nothfall zu betrachten sind. Diese durch Schneiden verfertigten Röhren halten zwar vollkommen dicht bei gewöhnlichen Temperaturen; werden sie aber bis zu $+ 80^{0}$ erhitzt, so öffnen sie sich wieder, was bei den von den Fabriken gemachten nicht der Fall ist. Diesem Uebelstande kann allerdings dadurch abgeholfen werden, dass man über die Nath einen schmalen Streifen von dünnem Caoutschouc mittelst einer dicken Lösung von Caoutschouc in einem von den Brandölen, welche zu Caoutschoucfirnissen angewendet werden, befestigt und dem aufgelegten Streifen Zeit lässt, sich zu befestigen. Auch kann man mit diesem Firniss aufgesprungene Näthe wieder vereinigen, die nach einigen Tagen wieder sicher dicht werden. Lang brauchen solche Röhren nicht zu sein; ½ bis 1½ Zoll Länge ist, je nach

verschiedenem Durchmesser, ganz hinreichend. Die Röhren, welche in Fabriken gemacht werden, erhält man in jeder beliebigen Länge, aber sie brauchen niemals mehr als 1 Zoll Länge zu haben, um zwei Glasröhren beweglich zusammen zu binden, und oft ist auch diese Länge nicht erforderlich.

Solche biegsame Röhren dienen nun vorzüglich dazu, um Glasröhren beweglich und dabei luftdicht mit einander zu verbinden, indem man um die Enden der zu verbindenden Röhren die Caoutschoucröhre mittelst einer dünnen seidenen Schnur *) festbindet; man kann auf diese Weise bewegliche Röhren von jeder Länge und Biegung herstellen. Die Caoutschoucröhren widerstehen allen beständigen Gasen, selbst dem Chlor und Ammoniak, und sie halten einen starken Druck aus, wenn sie nicht stark erhitzt worden sind. Dagegen vertragen sie nicht die Berührung mit Fett, mit flüchtigen Brandölen, Lösungen von Harzen in flüchtigen Oelen und dergl., wodurch sie in eine klebrige Masse verwandelt werden. Mit fetten Oelen, Terpenthin- oder anderen flüchtigen Oelen dürfen die Caoutschoucröhren ebenfalls nicht in Berührung kommen, weil sie dadurch angegriffen werden. Dagegen geht es sehr gut, Apparate, welche vermittelst derselben mit einander verbunden sind, luftleer zu machen; sie halten richtig dicht, so bald sie gut zugebunden sind. Aber dabei ist zu beobachten, dass die Enden der Glasröhren so nahe an einander liegen, dass das Caoutschoucrohr durch den Druck der Luft nicht zwischen ihnen zusammengedrückt werden kann, wobei die Oeffnung gewöhnlich vollkommen verschlossen wird. Durch Anwendung solcher Röhren ist es möglich, mit grosser Leichtigkeit im luftleeren Raum bei einer erhöhten Temperatur zu trocknen, zu glühen und zu destilliren. Es sei *AB* Fig. 32 Taf. VI. der Teller einer Luftpumpe, und *C* eine luftdicht aufgesetzte, mit Messingfassung und Hahn versehene Glocke. Auf das obere Ende des letzteren wird eine zweite Hülse *D* aufgeschraubt, in welche die gebogene Glasröhre *ED* mit ihrem kürzeren

---

*) Seidene Schnüre verdienen den Vorzug, weil sich die damit gemachten Knoten beim Abnehmen der Röhre leichter öffnen, als die von gewöhnlichem Bindfaden.

Schenkel luftdicht eingekittet ist. Die kleine und starke Retorte *G* wird nun, vermittelst der aufgebundenen Caoutschoucröhre *EF*, mit der Röhre *ED* verbunden, indem man dabei die Enden des Glases einander so nahe kommen lässt, dass nicht die Caoutschoucröhre durch den Luftdruck zwischen ihnen eingedrückt wird. Stets hat man nachzusehen, dass das Barometer der Luftpumpe wenigstens 15 Minuten lang unbeweglich bleibt; sonst müsste man, wenn anders Pumpe und Hahn dicht sind, den Fehler in der Zubindung des Caoutschoucs aufsuchen und verbessern. Will man im luftleeren Raum destilliren, so verbindet man die Retorte *A* Fig. 33 mit der tubulirten Vorlage *B*, und umbindet die Fuge mit der Caoutschoucröhre *CD*. In die Tubulatur wird ein Korkpfropf eingesetzt, durch den die gebogene Röhre *EFG* geht, und da es unmöglich ist, dass ein Kork gegen den Druck der ganzen Atmosphäre dicht halte, wird bei *E* eine Caoutschoucröhre umgebunden. Die Röhre *EFG* wird mittelst einer anderen Caoutschoucröhre mit der Röhre *DE* Fig. 32 verbunden. An der Röhre *EFG* ist das Stück *F* zu einer Capillarröhre ausgezogen. Sobald der Apparat luftleer ausgepumpt ist, hält man die Flamme einer Spirituslampe unter *F*, so dass es zusammenschmilzt, und zieht es zugleich ab. Der Apparat kann nun abgenommen, und die Destillation, wo man will, vorgenommen werden. Ganz auf ähnliche Weise lässt sich bei der Analyse organischer Körper zur Verbrennung im luftleeren Raum ein luftleerer Apparat darstellen. (S. darüber Th. VII. pag. 621.)

Ehe ich den Artikel *Röhren* verlasse, werde ich noch einiger Anwendungen von Glasröhren erwähnen, die Aufmerksamkeit verdienen. Dünne Glasröhren von $^1/_2$ bis $^3/_4$ Zoll innerem Durchmesser, 3 bis 5 Zoll Länge und an dem einen Ende zugeblasen, werden sehr häufig bei kleineren Erkennungsproben zu Auflösungen, Fällungen, Kochungen etc. gebraucht, und eignen sich dazu sehr wohl, da sich die Proben mit geringen Mengen anstellen lassen. Fig. 28 zeigt einige solcher Röhren in einem kleinen hölzernen Gestelle, in welches sie bei dem Versuche gesetzt werden. Gewöhnlich macht man dieses Gestelle mit einer doppelten Reihe von Röhren, so dass es deren 6, statt wie in der Figur nur 3 enthält. Um Verwechselungen zu vermeiden,

ist es besser, mehrere solcher Gestelle als eine grössere Anzahl von Röhren in einem und demselben Gestelle, zu haben.

Faraday *) und Kerr **) haben verschiedene recht ingeniöse Anwendungen gelehrt, die man von Glasröhren als Gefässen bei chemischen Versuchen machen kann; ich werde davon einige anführen, mit Hinweisung auf ihre in der Note bezeichneten Abhandlungen. Figur 29 zeigt eine gebogene Röhre, die zugleich Retorte und Vorlage ist. Wenn im Schenkel *a* die Flüssigkeit kocht, condensirt sie sich in der Biegung bei *b*, die hier als Vorlage dient; die überschüssigen Dämpfe gehen durch die Oeffnung *c* weg. Hat man eine schwer und langsam auflösliche Substanz aufzulösen, wobei also viel vom Lösungsmittel beim Erhitzen überdestilliren würde, so braucht man nur die Röhre etwas zu neigen, um von Zeit zu Zeit das Ueberdestillirte zurückzubringen. Will man zugleich ein Destillat und ein Gas aufsammeln, so wird das Ende *bc* wie Fig. 30 ausgezogen und gebogen. Die Biegung bei *b* ist alsdann abzukühlen, um so viel wie möglich vom Destillat zu condensiren.

Hat man sehr im Kleinen das Verhalten zwischen einem Gase und einer Flüssigkeit zu untersuchen, so geschieht dies in einer wie Fig. 31 gebogenen Röhre. Das eine Ende ist in eine Capillarröhre *ab* ausgezogen, die in kleiner Entfernung von der Ausziehungsstelle zugeschmolzen wird. Man füllt dann den Schenkel *abc* mit der Flüssigkeit, so dass sie in dem andern gerade so hoch steht, als erforderlich ist, um die Röhre in die Stellung wie in der Figur bringen zu können, ohne dass Luft in den Schenkel dringt; durch das offne Ende wird alsdann die Gasleitungsröhre *ca* eingeführt. Die Röhre wird in ein ausgeschnittenes Brettchen gestellt, wie es Figur zeigt, oder, so wie auch die vorhergehende, noch bequemer mit Gay-Lussac's Retortenhalter gehalten. Will man das nach beendigtem Versuche in der Röhre bleibende Gas noch untersuchen, so wird der offne Schenkel

*) Chemical Manipulation. London 1827. p. 391. Artikel: Tube Chemistry.

**) Edinburgh Philos. Journal, X. 53.

mit Wasser gefüllt, das Ganze in eine Wanne gesenkt, und unter der Mündung des Gefässes, worin man das Gas auffangen will, die Spitze *ab* abgebrochen.

Rösten — heisst in eigentlich chemischem Sinn: aus einem Schwefel- oder Arsenik-Metall durch Glühen unter Luftzutritt den Schwefel oder das Arsenik austreiben und das Metall in Gestalt von Oxyd erhalten. Im hüttenmännischen Sinn hat es dieselbe Bedeutung, wird aber auch im Allgemeinen von dem, dem Verschmelzen im Hohofen vorangehenden Brennen aller Eisenerze gebraucht, wenn sie auch keinen Schwefel und kein Arsenik enthalten.

Bei chemischen Versuchen sind Röstungen im Allgemeinen langsame und ermüdende Processe. Sie müssen anfänglich bei sehr gelinder Hitze vorgenommen werden, weil sonst die zu röstende Substanz, die gepulvert sein muss, gewöhnlich leicht schmilzt, wenigstens zusammenbackt, und das Rösten dadurch sehr erschwert wird; die zusammengebackene Masse müsste alsdann wieder erkalten gelassen und gepulvert werden. Das Rösten muss unter völligem Zutritt der Luft geschehen, und wird daher am leichtesten in einer Muffel vorgenommen, wiewohl man sich auch mit einem grösseren, geneigt in das Feuer gelegten hessischen Tiegel behelfen kann. Kann man die zu röstende Substanz nicht auf dem Boden der Muffel ausbreiten, so wird sie auf kleinen thönernen Gefässen, sogenannten *Röstscherben* (s. dieses Wort) in dieselbe eingesetzt. Bei dem Rösten bildet sich eine gewisse Menge Schwefelsäure oder Arseniksäure, welche mit dem Metalloxyd verbunden bleibt; diese muss ebenfalls weggeschafft werden. Die Schwefelsäure wird durch Hitze zersetzt und ausgetrieben, indem man das Feuer gegen das Ende der Operation verstärkt; die Arseniksäure dagegen entweicht auf diese Art nicht, sondern es muss von Zeit zu Zeit der röstenden Substanz Kohlenpulver zugesetzt werden, wodurch die Säure zersetzt und das Arsenik verflüchtigt wird. Wenn sich nach erneuertem Zusatze von Kohlenpulver und fortgesetztem Rösten kein Arsenikrauch mehr bildet, ist die Röstung beendigt. Immer hat man sie jedoch, um recht sicher zu sein, noch eine Weile länger fortzusetzen.

Röstscherben, — ein kleines, aus Tiegelmasse verfertigtes, schüsselförmiges Gefäss, wie Fig. 34 Taf. VI., worauf im Muffelofen Röstproben gemacht werden.

Rost, — das Gitter, worauf bei Feuerungen das Feuer liegt. Ein Rost besteht aus mehreren, regelmässig neben einander gelegten Eisenstäben, die $^1/_4$ bis $^3/_4$ Zoll Zwischenraum zwischen sich lassen. Diese Eisenstäbe müssen dreiseitig und nicht breit sein, und mit einer flachen Seite nach oben und dem Winkel nach unten liegen, weil auf diese Weise niemals Asche zwischen ihnen liegen bleibt und die Zwischenräume verstopft. Lägen die Roststäbe umgekehrt und verengten sich die Zwischenräume nach unten, so würde sich Asche und Kohlengestiebe dazwischen setzen, den Zug verstopfen snd also das Feuer vermindern. Vierseitige Roststäbe, mit einem Winkel nach oben gelegt, haben diesen Fehler in nicht geringerem Grade.

Rührstäbe, — zum Umrühren von Flüssigkeitsgemengen oder von pulverförmigen Körpern mit Flüssigkeiten, werden von verschiedener Länge und Dicke aus Thermometerröhren, oder auch aus runden, nicht hohlen Glasstäben gemacht, indem man die Enden vor der Lampe zuschmilzt und abrundet. Auch der Platinspatel wird hierzu genommen (s. *Spatel*), und zum Umrühren bei Röstungen nimmt man entweder thönerne Pfeifenstiele oder Eisendräthe, die an dem einen Ende rechtwinklig zu einem Haken umgebogen sind.

Sättigen — wird gesagt, wenn sich zwei Körper bis zu dem Grade mit einander vereinigen, dass der eine vom andern nichts weiter aufnehmen kann; jenen nennt man dann *gesättigt*.

Saigern, — eine metallurgische Operation, durch welche ein leichter schmelzbares Metall von einem schwerer schmelzbaren auf die Weise geschieden wird, dass man die Legirung auf einer geneigten Fläche erhitzt; das leichter schmelzbare, flüssig werdende Metall fliesst dann von dem schwerer schmelzbaren ab, und lässt dieses in Gestalt eines porösen Skeletts zurück. Diese Scheidungsmethode geht indessen nur partiell. Das flüssige Metall wird gewöhnlich reiner als das nicht schmelzende, welches letztere nicht selten eine Verbindung beider Metalle in bestimmter Proportion ist.

Sandbad, — wenn ein Gefäss in warmem Sand erwärmt wird, statt unmittelbar der Wirkung des Feuers ausgesetzt zu werden.

Sandcapelle — wird der Apparat genannt, worin Sand erhitzt wird, um in denselben Glas- oder Porcellangefässe zu Abdampfungen, Kochungen oder Destillationen zu stellen. Für einzelne Fälle kann man sich zwar eine solche Sandcapelle aus einer Schüssel, einer Pfanne, einem Tiegel herstellen, indem man diese mit trocknem, steinfreiem Sand füllt und so stellt, dass man Feuer darunter machen kann; allein zu Abdampfungen, Digestionen etc. im Allgemeinen ist eine grössere, eigentliche Sandcapelle nicht wohl zu entbehren. Taf. VI. Fig. 35 zeigt diejenige, deren ich mich bediene. *ADEB* ist ein aus Eisenblech verfertigter, runder, inwendig mit Thon ausgefütterter Ofen, der sich von *DE* an, wo der Rost liegt, nach oben erweitert. In denselben ist ein runder, 2 Zoll tiefer eiserner Boden von 1½ bis 2 Fuss Durchmesser eingesetzt, der mit Sand gefüllt wird. Für kleinere Destillationen hat dieser Boden bei *C* eine 3 bis 4 Zoll tiefe und 6 bis 8 Zoll weite Vertiefung. Von der hinteren Seite des Ofens geht dicht unter dem Boden ein plattes, 3 Zoll breites und 1½ Zoll dickes Rohr *H* aus, welches 1½ Ellen über den Ofen in die Höhe steigt und den Rauch ableitet. Sowohl der Feuer- als der Aschen-Raum sind mit gut schliessenden Thüren versehen, und in der Thüre des letzteren ist noch eine zweite kleine, verschliessbare Klappe angebracht, um den Luftzug und die Stärke des Feuers beliebig regieren zu können. Braucht man eine schwache und lang anhaltende Hitze, so legt man grosse Kohlen ein und verschliesst nachher, wenn sie in gehörigen Brand gerathen sind, die Thüren. Für starke Hitze nimmt man kleinere Kohlen und öffnet die Thüren.

Uebrigens lassen sich Sandcapellen noch auf mannichfaltige andere Weise construiren, je nach Bedarf und vorhandenem Raum. So lässt sich z. B. auf Luhme's Ofen (pag. 451), ausser der Taf. V. Fig. 16 und 17 abgebildeten, zu Destillationen bestimmten Sandcapelle, noch eine zweite für Abdampfungen u. dgl. anwenden, von der man Taf. V. Fig. 18 einen Durchschnitt sieht. Sie ist von Eisenblech und schliesst genau in die obere Oeffnung des Ofens; der

Zug wird durch die 4 Klappen *kk* bewirkt und geleitet. Auch bei *Athanor* wurde schon einer Sandcapelle erwähnt.

Saugapparat. — Bei chemischen Versuchen hat man zuweilen einen Strom von atmosphärischer Luft langsam durch einen Apparat zu leiten; dies geschieht am besten und sichersten durch Saugen. Ein besonders bequemer Apparat dazu ist von Brunner erfunden worden. Er besteht aus zwei gleich grossen, cylindrischen Behältern *A* und *B* Taf. VII. Fig. 32, in kleinem Abstand über einander stehend und im Mittelpunkt zusammengehalten durch ein 6 Zoll langes Metallstück *ab*, durch welches eine Axe *cd* geht, um welche sich diese Behälter drehen, so dass man sie in einem Augenblick umkehren kann, und mit welcher sie an einem Holzgestell *cfed* aufgehängt sind. Ausserdem sind sie an zwei entgegengesetzten Punkten ihres Umkreises mit Röhren *ih* und *gf'* verbunden, die mit Hähnen versehen sind, von welchen der eine die Gemeinschaft zwischen beiden Cylindern herstellt oder verschliesst. Der Hahn des andern Rohrs, welcher neben an besonders abgebildet ist, hat eine solche Construction, dass der Canal *ab* darin die Luft aus dem Behälter, welcher der untere ist, herauslässt. Der freie Boden eines jeden dieser Behälter hat ein gerade herausstehendes, offnes Rohr *k*, welches mit einem Kork verschlossen werden kann. Die Behälter sind, wie die Figur zeigt, mit ihrer Axe an einem Holzgestell aufgehängt und mit einer einfachen Einrichtung *n* versehen, um sie in ihrer Stellung zu erhalten. Der obere Behälter wird mit Wasser gefüllt und der Lufthahn so gestellt, dass er die Luft aus dem unteren herauslässt, dessen Bodenrohr mit einem Kork verschlossen ist. Nachdem der obere mit Wasser angefüllt worden ist, wird sein geöffnetes Rohr in luftdichte Gemeinschaft mit dem Apparat gesetzt, durch welchen die Luft gesaugt werden soll. Wird nun der Hahn, welcher die Gemeinschaft zwischen beiden Behältern herstellt, geöffnet, und der andere so gestellt, dass die Luft aus dem unteren ausfliessen kann, so rinnt das Wasser aus dem oberen in den unteren, und sein Raum wird durch die Luft ersetzt, welche durch den Apparat eingesogen wird. Ist der obere leer, so wird der gefüllte nach oben gedreht und sein Rohr mit dem Apparate in Verbindung gesetzt,

wozu nur ein Kork erforderlich ist, der zu beiden Endröhren passt und durch welchen ein Glasrohr geht. Um die Höhe des Wassers in den Behältern beobachten zu können, hat der eine an der Seite ein Glasrohr *lm*, dessen oberes und unteres Ende in den Behälter mündet, so dass also das Wasser darin eben so hoch steht, wie in dem Behälter.

Brunner führt als Beispiele seiner Anwendung an:

Die Bereitung von *Phosphorsäure* und *phosphoriger Säure*. Der Phosphor wird auf ein Porcellanstück und dieses auf einen flachen Teller gelegt. Darüber setzt man einen Trichter, an dessen Rande man ein Loch ausgeschnitten hat, bis zu welchem der Phosphor genähert wird. Von der Oeffnung der Trichterröhre wird eine $2^1/_2$ Fuss lange, etwas weite und an beiden Enden etwas gebogene Glasröhre geleitet, deren anderes Ende durch einen Kork in eine Flasche mit wenigem Wasser hinunter reicht. Ein anderes dünnes Rohr geht durch denselben Kork in der Flasche hinunter und dieses wird mit dem Saugapparate in Verbindung gesetzt. Kommt dieser in Wirksamkeit, so verbrennt der Phosphor zu phosphoriger Säure, die sich theils auf dem Teller und theils in dem von dem Trichter führenden Rohr ansammelt. Wird der Phosphor mit einem erwärmten Eisen angezündet, indem man mit diesem durch das Loch fährt, so erhält man wasserfreie Phosphorsäure, von der sehr wenig in das Wasser gelangt. Zündet man Schwefel auf dem Scherben unter dem Trichter an, so erhält man schweflige Säure. Besser ist es jedoch, den Schwefel in einer an einem Glasrohr ausgeblasenen Kugel zu verbrennen, in die man neuen Schwefel einschiebt, in dem Maasse wie er verbrennt. In der Flasche hat man entweder Wasser oder eine Alkalilösung, je nach dem verschiedenen Zweck. Zieht man an dem Rohr, durch welches das schwefligsaure Gas strömt, ein Seitenrohr aus mit einer Oeffnung, so dass die Luft auch durch diese hineinkommen kann, und bringt man etwas davon entfernt ein Stück Platinschwamm hinein, der über der Flamme einer Lampe gerade bis zum anfangenden Glühen erhitzt wird, so erhält man wasserfreie Schwefelsäure, besonders wenn man die Einrichtung trifft, dass die von beiden Seiten einströmende Luft vorher durch Chlorcalcium streichen muss. Aber diese Säure verdichtet sich nicht, sondern

sie folgt der Luft. Inzwischen kann sie in Schwefelsäure aufgefangen werden, oder in solchen Stoffen, die man mit der wasserfreien Schwefelsäure verbinden will. Auf diese Weise ist es dann eine leichte Methode, die Säure hinreichend langsam einwirken zu lassen. Man kann ferner diese Methode anwenden, um Kohle, Metalle und Pflanzenstoffe in Sauerstoffgas zu verbrennen. Sie kann mit Trockenapparaten verbunden werden u. s. w. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Anwendung der Saugmethode künftig einen höchst wichtigen Beitrag zu den Methoden bei der Ausführung genauer Untersuchungen ausmachen werde.

Kann man sich einen Apparat der Art nicht anschaffen, so kann man dazu eine grössere mit Wasser gefüllte Flasche anwenden, deren Oeffnung mit einem Kork verschlossen wird, durch welchen zwei Glasröhren *a* und *b* gehen, wie die nebenstehende Figur zeigt. Die eine endigt nicht weit unter dem Kork und ist aussen in einen rechten Winkel gebogen. Die andere *def* reicht bis auf den Boden der Flasche und ist eben so, wie die erstere, auswendig in einen rechten Winkel gebogen. Diese letztere Röhre wird mittelst des Caoutschoucrohrs *f* mit einer anderen ähnlichen aber etwas längeren Röhre *fg* verbunden, so dass sie damit einen Heber bildet. Wird das Ende *a* der anderen Röhre mit dem Apparat, aus dem das Saugen bewirkt werden soll, in Verbindung gesetzt, und das Wasser durch den Heber ausgesogen, so fliesst das Wasser aus der Flasche, welche dafür die Luft aus dem Apparate einsaugt. Dabei geschieht es nun, dass das Wasser aus dem Heber anfangs sehr heftig ausfliesst, dass aber die Schnelligkeit mit der Wasserhöhe in der Flasche abnimmt. Aus diesem Grunde hat der Heber das bewegliche Rohr, wodurch das Ende des Rohrs *h* von der Flasche entfernt werden kann, wobei es erhöht wird und so hoch gestellt werden kann, dass das Saugen beliebig langsam wird. In dem Maasse, wie sich die Höhe der Wassersäule in der

Flasche erniedrigt, senkt man *g* allmälig. Auf diese Weise kann man die Saugungs-Schnelligkeit höchst gleichförmig machen. Dasselbe kann auch erreicht werden, wenn man an das Ende von *fg* einen Hahn anbringt, der allmälig mehr geöffnet wird; ein solcher verstopft sich aber leicht, wenn man nicht stets reines Wasser anwendet.

Scheiden — bezieht sich zunächst auf die Operation, wodurch man Gold von Silber vermittelst Scheidewassers trennt, wovon letzteres seinen Namen hat.

Scheidetrichter, — ein ovales Glasgefäss, Taf. VI. Fig. 36, welches oben mit einer Flaschenmündung und einem Pfropfen versehen ist, und sich unten in eine enge feine Röhre endigt. Dieses Instrument dient zur Scheidung von Oel und Wasser, Aether und Wasser und dergl., auf die Weise, dass man das Gemenge hineingiesst, während man die untere Oeffnung verschlossen hält; sobald sich die Flüssigkeiten geschieden haben, lässt man die schwerere ausfliessen, und in dem Augenblick, wo die leichtere kommt, hält man die obere Oeffnung mit dem Finger zu und bringt die Spitze des Trichters in das zur Aufnahme der leichteren Flüssigkeit bestimmte Gefäss, in welches sie dann bei Entfernung des Fingers ausfliesst. Zieht man die Röhre an diesem Trichter länger aus und biegt sie wie Fig. 37, so ist das Verschliessen mit dem Finger unnöthig und man kann sicherer halten.

Schlämmen, — siehe *Pulvern*.

Sediment, — synonym mit Niederschlag; wird aber meist von der aus einer unklaren Flüssigkeit freiwillig sich absetzenden Materie gesagt.

Seihen, — siehe *Filtriren*.

Setzkolben, — ein Kolben mit plattem Boden, wie Fig. 38. Taf. VI.

Sicherheitsröhre, — ein bei Destillationen unentbehrliches, von Welther erfundenes Instrument. Taf. VI. Fig. 39 zeigt dasselbe in mehreren Formen. Es besteht aus einer Glasröhre, die auf dem ersten Drittheil ihrer Länge zu einer Kugel ausgeblasen, am Ende mit einer kugelförmig erweiterten Trichteröffnung versehen, und alsdann wie *A* und *B* gebogen ist. Durch die obere Kugel *a* wird Quecksilber oder Schwefelsäure in die untere *b* eingegossen, welche

damit bis zu $1/_3$ gefüllt sein muss. Bläst man durch die untere Oeffnung *d*, so kann nicht eher Luft hinausgehen, als bis das Quecksilber in der Kugel *b*, durch die Röhre *ca*, bis in die Kugel *a* getrieben worden ist; hierzu aber wird, wenn die Röhre einige Zoll lang ist, ein sehr starkes Blasen erfordert, weil eine Quecksilbersäule von der Höhe der Röhre der eingeblasenen Luft das Gleichgewicht hält. Saugt man dagegen durch *d* Luft ein, so dringt diese sehr leicht hinein, weil das Quecksilber in der Kugel *b* höchstens eine linienhohe Säule bildet, die von der Luft mit Leichtigkeit überwunden wird. Eine solche Röhre wird nun, vermittelst eines Korks, luftdicht auf die Tubulatur eines Destillationsapparats gesetzt. Während der Destillation kann nichts dadurch entweichen; sollten sich aber dabei so viel Dämpfe auf einmal entwickeln, dass man die Zersprengung des Apparats zu befürchten hätte, so würden die überflüssigen Dämpfe durch die Sicherheitsröhre entweichen, indem das Quecksilber in die obere Kugel *a* gedrückt wird, und erst nach dem Ausströmen des Dampfes wieder in *b* zurückfällt und wie vorher verschliesst. — Bei Destillationen, wo ein entwickeltes Gas von Wasser aufgesogen werden soll, wie z. B. bei der Bereitung von Chlorwasserstoffsäure und Ammoniak, zeigt sich die Anwendung dieser Röhre auf die Weise nützlich, dass wenn nach beendigter Destillation die Luft im Gefässe sich abkühlt und zusammenzieht, die flüssige Säure oder das Ammoniak nicht in die Vorlage zurückgesogen wird, weil statt dessen durch die Sicherheitsröhre Luft eindringt.

Bei Anwendung von Quecksilber in der Röhre muss die Form derselben wie die in *A* vorgestellte sein, wobei zu beachten ist, dass die Quecksilbersäule in der aufrechtstehenden Röhre über dem Knie *c* so kurz wie möglich sei, weil das Quecksilber eine 14mal höhere Wassersäule zur Hebung braucht, und es also bei hoher Quecksilbersäule bald geschieht, dass während der Abkühlung die Flüssigkeit leichter in die Vorlage gelangt, als das Quecksilber in die Kugel *b* kommt. Darum muss man das Knie *c* an der Seite des nach unten gewandten Theils der Kugel direct ausgehen lassen. Um bei etwa vorfallender Auftreibung des Quecksilbers nichts davon zu verlieren, bindet man über die

Oeffnung *a* ein Stückchen Mousselin; ohne dieses würden die ausströmenden Dämpfe den grössten Theil umherwerfen.

Hat man dagegen Schwefelsäure in der Röhre, so hat man auf diese Verkleinerung der Säule, die beim Zurücksteigen überwunden werden soll, nicht so sehr zu sehen, und die Röhre kann dann die Form von *B* haben. — Wer nicht Glas blasen kann, oder nicht Gelegenheit hat, solche Röhren zu kaufen, kann sich aus einer weiten, zolllangen Glasröhre eine machen, indem er deren beide Enden mit Korken verschliesst, durch welche, wie man aus *C* sieht, engere Röhren hindurchgeführt werden. In die weite Röhre wird Quecksilber gegossen, die nun dadurch Sicherheitsröhre wird, dass das Ende der unteren engeren Röhre in der weiteren über dem Quecksilber steht und das Ende der oberen in das Quecksilber taucht. Auch kann man sich aus einer kleinen Flasche oder einem kleinem Kolben mit verkorkbarer Oeffnung eine Sicherheitsröhre machen, indem man durch den Kork zwei Röhren führt, wovon die eine gerade ist und bis auf den Boden reicht, die andere gebogen ist, und gleich unter dem Kork endigt, wie *D* zeigt.

Sieben, — kommt nur bei gröberen Operationen vor, aber bei diesen recht oft. Man muss mit einigen Haarsieben und einigen Florsieben versehen sein, alle so eingerichtet, dass sie oben und unten mit Deckeln versehen werden können, von denen der obere das Stäuben verhindert, und der untere das Durchgesiebte aufnimmt. Auch hat man sich mit einem Sieb von verzinntem Eisenblech zu versehen, welches aus 5 oder 6 einzelnen Sieben besteht, die in einander gesetzt werden können und von dem obersten an stufenweise feinere Löcher haben. Oben ist es mit einem Deckel verschliessbar, und unten mit einer Dose zur Aufnahme des gesiebten Pulvers. Bei Anwendung dieses Siebes bekommt man in den einzelnen Abtheilungen Pulver von verschiedener Feinheit, was oft von grossem Nutzen ist. Ich halte daher auch dieses Sieb für einen Apparat, der in einem Laboratorium nicht fehlen darf.

Siphon, — siehe *Heber.*

Spatel. — Man hat sie von verschiedener Art. Am besten sind die von Platin, weil sie in den meisten Fällen brauchbar sind. Fig. 40 Taf. VI. zeigt einen Platinspatel,

der an dem einen Ende Löffel ist. An dem anderen ist er ausgeplattet und daselbst wenigstens auf der einen Seite polirt. Mit diesem Ende wird er beim Auswaschen gebraucht, um zu prüfen, ob eine Substanz auf dem Filtrum ausgewaschen ist, auf die Weise, dass man einen Tropfen der durchlaufenden Flüssigkeit auf das polirte Platin fallen, und ihn über der Spiritusflamme verdampfen lässt. Man sieht dann nach, ob er dabei einen Flecken hinterlässt oder nicht (siehe das Nähere unter *Auswaschen*). Fig. 41 zeigt ein kleines Schöpfgefäss von Porcellan, welches zugleich als kleine, mit Griff versehene Abdampfschaale dienen kann. Diese Gefässe sind besonders bequem, und es ist gut, sie von verschiedener Grösse zu haben.

Sprengeisen, — siehe *Glassprengen*.

Sprengkohlen — werden nach Gahn's Vorschrift folgendermaassen gemacht: *a)* 2½ Loth arabisches Gummi werden in 4 Loth Wasser aufgelöst, oder in so viel, dass die Lösung denselben Raum wie 6 Loth Wasser einnimmt. *b)* 1 Loth Traganthgummi wird mit so viel kochendheissem Wasser angerührt, dass die gelatinirte Masse den Raum von 8 Loth Wasser einnimmt. *c)* ½ Loth Storax calamita wird in 1⅔ Loth Alkohol von 0,83 specifischem Gewicht, und *d)* ½ Loth Benzoë in ⅘ Loth von demselben Alkohol aufgelöst. Die Lösungen *a* und *b* werden mit einander vermischt, darauf die Lösungen *c* und *d* zugesetzt und sehr sorgfältig eingerührt. Hierauf werden 6 bis 7 Loth durch Flor gesiebter Kohlenstaub von Laubholz zugemischt, und das Gemenge darauf in einem eisernen Mörser zu einem gleichförmigen, zusammenhängenden Teig gestossen; sobald er gehörige Geschmeidigkeit und Zusammenhang bekommen, wird er zwischen zwei ebenen, mit Kohlenstaub bestreuten Brettstücken zu 8 Zoll langen und federkieldicken Stangen ausgerollt, die man an einer warmen Stelle langsam austrocknen lässt. Eine Hauptsache hierbei ist, durch Flor fein gesiebtes Kohlenpulver zu haben, die Masse lange zu stossen und durchzuarbeiten, und sie so weich und feucht wie möglich zu erhalten. Nach dieser Vorschrift erhält man ganz vortreffliche Sprengkohlen. In Betreff ihrer Anwendung siehe *Glassprengen*.

Spritzflasche — ist ein sehr einfaches und dabei höchst nützliches Instrument. Es besteht aus einer Flasche, in deren Hals die Taf. IV. Fig. 27 abgebildete, durch einen Kork gesteckte Glasröhre eingesetzt wird, die sich gleich hinter dem Kork endigt. An dem einen Ende ist diese an sich schon enge Röhre etwas ausgezogen, um dadurch die Mündung noch enger als die übrige Röhre zu bekommen. Wenn man durch die Röhre in die halb mit Wasser angefüllte Flasche stark hineinbläst, und dieselbe sogleich mit dem Boden nach oben umkehrt, so spritzt sie einen feinen Wasserstrahl aus, vermittelst dessen man Substanzen aus Gläsern ausspült, Niederschläge auf dem Filtrum hinabspült und auswäscht, u. s. w. Man muss mit zweien solcher Flaschen versehen sein, die eine mit weiterer, und die zweite mit engerer Röhre. — Auch zum Auswaschen mit warmem Wasser ist die Spritzflasche sehr brauchbar. Sie wird hierzu in einen Handgriff von Stahldrath gefasst, wie Fig. 1. Taf. VII. zeigt; weil dieser aber leicht zu warm werden würde, geht er da, wo er gefasst wird, durch einen hölzernen Griff. Das Wasser bringt man zuvor in einem anderen Gefäss, z. B. in dem kleinen silbernen Kessel, zum Kochen, und giesst es dann vorsichtig in die Flasche, worauf man diese über einer kleinen Oellampe warm erhält. Beim Gebrauche hat man nicht nöthig, in dieselbe hineinzublasen, da sie schon beim blossen Umwenden das heisse Wasser mit grosser Heftigkeit ausbläst, was durch gleichzeitiges gelindes Schütteln der Flasche noch vermehrt wird. Statt der Flasche sind auch mit einem Griff versehene Kolben oder Florentiner Flaschen anwendbar, in deren Oeffnung die Röhre mit dem Kork eingesetzt wird. Durch zu heftiges Spritzen werden Niederschläge umhergespritzt; eigene Erfahrung lehrt bald das rechte Maass. Im Allgemeinen ist zu bemerken, dass, so oft durch den Fall des Strahls gegen den Niederschlag in der Flüssigkeit ein Geräusch bemerkt wird, ein Umherspritzen entsteht; es hört auf, sobald man die Röhre der Masse mehr nähert.

Steinschleifen — geschieht auf ähnliche Weise wie das Glasschleifen. Man hat es zuweilen bei Untersuchung von Mineralien nöthig, da sich ungleichartige Einmengungen, nach dem Schleifen und Poliren, besser als auf irgend eine

andere Weise darin entdecken lassen. Man schlägt zuvor das Mineral so eben wie möglich, und schleift es dann auf Bleiplatten mit Schmirgelpulver, von dem man wenigstens 5 verschieden feine Sorten haben muss. Zwischen jedem Uebergang von einem gröberen zu einem feineren spült man das Mineral jedesmal sorgfältig ab, damit es nicht durch anhängende gröbere Körner Ritze bekomme. Zuletzt wird es mit fein geschlämmtem Schmirgel geschliffen und auf Blei mit Trippel oder geschlämmtem rothen Eisenoxyd polirt. Diese Operation erfordert mehr Mühe als Kunstfertigkeit. Die verschiedenen Schmirgelsorten betreffend, so erhält man die gröberen durch ungleich feine Siebe, und die feineren durch Schlämmen, indem man geriebenen Schmirgel mit Wasser anrührt, und die Flüssigkeit zuerst nach eine halbe Minute langem, darauf nach zwei Minuten u. s. w. langem Sinken abgiesst.

Sublimiren, Sublimation — wird eine Destillation genannt, wobei das Destillat in fester Form erhalten wird. Sublimationen werden gewöhnlich in Kolben vorgenommen, und das Sublimat setzt sich dabei in dem Halse ab. Oft ist es indessen schwierig, dasselbe vollständig herauszubekommen. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes hat Ure ein Sublimationsgefäss vorgeschlagen, welches Aufmerksamkeit verdient. Es ist Taf. VII. Fig. 2 abgebildet und besteht aus zwei gleichförmig dicken, in einander gesetzten Kolben, von denen der innere also einen geringeren Durchmesser hat, als der äussere, und oben mit einem umgebogenen Rand versehen ist, so dass er die Mündung des äusseren verschliesst. In letzteren wird die zu sublimirende Substanz gelegt, der innere dann eingesetzt und mit kaltem Wasser gefüllt, welches man nachher während der Sublimation beliebig umwechseln kann. Nach beendigter Operation ist die äussere Seite des inneren Kolbens mit dem Sublimate belegt. Auch kann man sich sehr gut so helfen, dass man einen grösseren und mit Wasser gefüllten Platintiegel in die Mündung eines kleineren stellt, in dem die zu sublimirende Substanz liegt.

Support, — siehe *Untersatz*.

Tenakel, — siehe *Filtriren*.

Thermometer, — das bekannte Instrument, welches

zum Messen der Temperatur dient. Seine Erfindung wird Mehreren zugeschrieben, gewöhnlich hält man einen holländischen Landmann, Cornelius Drebbel, für den Erfinder desselben; Andere wieder nennen als solchen den bekannten Arzt Sanctorius. Das Wahrscheinlichste ist, dass von diesen jeder für sich auf dieselbe oder eine ähnliche Idee gefallen sei. Drebbel's Thermometer bestand aus einer, an dem einen Ende zu einer Kugel ausgeblasenen Glasröhre, die mit dem offnen Ende in eine Flasche mit salpetersäurehaltigem Wasser gestellt wurde. Beim Erwärmen der Kugel drang etwas Luft heraus und die Flüssigkeit stieg beim Abkühlen der Kugel eine Strecke weit in der Röhre in die Höhe, die nun durch eine angebrachte Scala, wiewohl ohne ein bestimmtes Princip, graduirt wurde. Taf. VII. Fig. 3 zeigt die Einrichtung von Drebbel's Thermometer.

Das Thermometer von Sanctorius war ganz nach demselben Princip eingerichtet, aber mit dem Unterschied, dass die Röhre unten umgebogen und zu einer Kugel ausgeblasen war, die oben offen blieb. Die untere Kugel wurde mit Wasser gefüllt, und wenn die obere erwärmt wurde und etwas Luft hinausging, so stieg die Flüssigkeit in der Röhre in die Höhe; siehe Fig. 4. Diese beiden Thermometer sind Luftthermometer, und haben, ausser dem Uebelstand, dass sie niemals vergleichbar sind, noch den, dass sie von den Veränderungen des Barometers afficirt werden.

Die nächste Verbesserung des Thermometers wurde in der Mitte des 17ten Jahrhunderts von einem Mitglied der Akademia del Cimento in Florenz gemacht. An dem Ende einer schmalen Röhre wurde eine Kugel angeblasen, diese und ein Stück der Röhre mit Weingeist gefüllt, die Kugel in kochendes Wasser gesetzt, und wenn der Weingeist so weit gestiegen war, dass er die ganze Röhre ausfüllte, dieselbe vollkommen luftdicht verschlossen und herausgenommen. Man hatte nun ein Weingeist-Thermometer, welches luftleer war und woraus der Weingeist nicht verdunsten konnte. Es wurde in einen Keller gestellt, und der Punkt, wo der Weingeist stehen blieb, mit 0 bezeichnet; darüber und darunter wurde nun die Röhre in 100 gleich grosse Theile getheilt. Sie war indessen nur willkührlich, und der Gang des einen Thermometers stimmte nicht mit dem des anderen überein.

Mit einem so unvollkommenen Instrument begnügten sich die Naturforscher fast ein halbes Jahrhundert lang, und erst gegen das Ende des 17ten Jahrhunderts schlug Renaldini, Professor in Padua, eine bestimmte Graduirung vor. Man solle, nach ihm, die Thermometerkugel in Eis stellen, und die Stelle, bis wohin der Weingeist sank, mit 0° bezeichnen. Alsdann wurde die übrige Graduirung auf die Weise gemacht, dass 11 Th. eiskalten Wassers mit 1 Th. hochenden vermischt, und der Standpunkt des hineingesenkten Thermometers bemerkt wurde; darauf wurde dasselbe nach einander in Gemische von 10 Th. kalten mit 2 Th. kochendheissen, 9 Th. kalten mit 3 Th. kochendheissen, 8 Th. kalten mit 4 Th. kochendheissen, u. s. w. gesenkt, und die verschiedenen Standpunkte darin bemerkt. Man hatte also nun vergleichbare Thermometer, wiewohl es äusserst schwierig war, sie mit so grosser Genauigkeit zu machen, dass sie wirklich übereinstimmten.

Zu Anfang des 18ten Jahrhunderts verfertigte sich Newton ein Thermometer, welches er statt des Weingeistes mit Leinöl füllte, weil dieses besser höhere Temperaturen vertragen konnte; er fing die Graduirung vom Gefrierpunkt an, und nahm als anderen Punkt die Temperatur an, welche das Blut im menschlichen Körper hat. Den Abstand zwischen beiden Punkten theilte er in 12 gleiche Theile und graduirte darnach das Thermometer mit gleich grossen Graden. Der Kochpunkt des Wassers fiel so bei 34, der Schmelzpunct des Zinns bei 72, u. s. w. Auf diese Weise bestimmte Newton mehrere Temperaturen, die er in eine Tabelle zusammenstellte.

Gleichzeitig wurde von Amontons zu Paris ein Luftthermometer gemacht, in welchem die Luft durch Quecksilber abgesperrt war, und welches die Einrichtung hatte, dass wenn man zugleich die Veränderungen des Barometers beobachtete, diese von denen, welche durch die Temperatur verursacht wurden, abgezogen werden konnten. Besondere Aufmerksamkeit wandte dabei Amontons auf den Umstand, dass man den Kochpunkt des Wassers für unveränderlich halten konnte, was jedoch schon vor ihm von Renaldini bemerkt worden war. Amontons's Thermometer war we-

nigstens 4 Fuss lang, und also wegen seiner Schwere und damit verknüpften Zerbrechlichkeit wenig anwendbar.

Erst im Jahre 1714 wurden die ersten recht übereinstimmenden Thermometer von einem Instrumentenmacher in Danzig, Namens Daniel Gabriel Fahrenheit, verfertigt, ohne dass er jedoch bekannt machte, wie er sie verfertigte. Seine ersten Thermometer enthielten Weingeist, den er aber bald mit Quecksilber vertauschte. Seinen Nullpunkt nahm er auf die Weise, dass er die Thermometerkugel in ein Gemenge von Salmiak und Schnee steckte, deren relative Mengen er nicht angab, und die er wohl auf's Ungefähr genommen haben mag. Die Graduirung geschah nicht nach festen Temperaturgraden, wie heut zu Tage, sondern da er durch Versuche gefunden hatte, dass 11124 Volumtheile Quecksilber, von jenem Nullpunkt bis zur Siedhitze des Wassers erwärmt, so ausgedehnt wurden, dass sie 11336 ausmachten, also um 212 zugenommen hatten, so theilte er den Abstand zwischen dem Null- und dem Kochpunkt in 212 gleiche Theile ein, wo dann der Gefrierpunkt auf 32°, und die Blutwärme auf 96° fiel. Die meisten von Fahrenheit gemachten Thermometer wurden nicht höher als bis 96° graduirt; indessen hat man einige von ihm, die bis auf 600°, wobei das Quecksilber kocht, graduirt sind.

Ungefähr gleichzeitig mit Fahrenheit machte Reaumur in Paris sein Thermometer bekannt. Es war mit Weingeist gefüllt, der mit Wasser verdünnt war, damit er besser höhere Temperaturen aushalten konnte, und war auf die Weise graduirt, dass jeder Grad der Scala anzeigte, dass sich die Flüssigkeit um $^1/_{1000}$ ihres Volumens beim Gefrierpunkte ausgedehnt hatte. Dadurch bekam Reaumur 0° beim Gefrierpunkt, und den Kochpunkt des Wassers bei 80°. Nachher wurden die Reaumurschen Thermometer auch mit Quecksilber gefüllt und nach demselben Princip graduirt, aber dann stimmten die Quecksilber- und die Weingeist-Thermometer niemals mit einander überein, weil die Ausdehnung durch Wärme nicht bei beiden Flüssigkeiten gleichförmig ist, sondern das Quecksilber-Thermometer in kochendem Wasser auf 85 stand. Dies suchte man dadurch zu berichtigen, dass man jeden der ersten 40 Grade über 0° um $^1/_9$ kleiner

machte, als die folgenden 40, sich also zu diesen wie 8:9 verhielten.

De l'Isle schlug ein anderes Princip der Graduirung vor; er nahm 0° beim Kochpunkt des Wassers, und theilte die Masse bei dieser Temperatur in 10,000 gleiche Theile, wovon ein jeder einen Grad ausmachen sollte.

Im Jahre 1740 machte M. Ducrest, ein Genfer, den ersten Vorschlag, das Thermometer nach zwei fixen Punkten, und nicht nach der Berechnung aus dem Volumen der eingeschlossenen Flüssigkeit, zu graduiren. Er setzte ein Thermometer in den Keller des Observatoriums zu Paris und nannte den Punkt 0°; darauf nahm er den Kochpunkt und nannte ihn 100. Der Abstand zwischen beiden wurde in 100 gleiche Theile getheilt.

Inzwischen war Professor Celsius in Upsala der erste, welcher um's Jahr 1741 die Naturforscher auf die Nothwendigkeit aufmerksam machte, die Thermometergrade, ohne alle Rücksicht auf das Ausdehnungs-Verhältniss der Flüssigkeit, nach zwei bestimmten Temperaturen einzutheilen; 0° setzte er bei dem Gefrierpunkt des Wassers, und 100° bei dem Kochpunkt desselben. Diese Eintheilung ist diejenige, welche nun allgemein in Schweden und Frankreich im Gebrauche ist *).

Neuerlich machte Heinrich den Vorschlag, den Abstand zwischen dem Gefrier- und dem Kochpunkt des Quecksilbers in 1000 gleiche Theile zu theilen, um die Rechnung der Temperaturen mit + und — Grad nicht nöthig zu haben.

Gegenwärtig werden die Thermometer meist mit Quecksilber, seltener mit Weingeist gefüllt, und die Graduirung stets nach dem Gefrier- und dem Kochpunkt des Wassers gemacht, wiewohl diese Punkte, je nachdem man Fahrenheit's, Reaumur's oder Celsius's Scala hat, mit verschiedenen Zahlen bezeichnet werden. Um Fahrenheit's Grade in Cel-

*) Christin, in Lyon, machte, gleichzeitig mit Celsius, dieselbe Eintheilung der Scala; beide gingen aber von verschiedenen Principien aus. Ersterer hatte gefunden, dass sich das Volum des Quecksilbers beim Gefrierpunkt zu seinem Volum beim Kochpunkt = 66:67 verhielt, und machte nun jeden Grad zu $\frac{1}{6600}$ vom Volum des Quecksilbers beim Gefrierpunkt.

sius'sche zu verwandeln, werden davon, wenn sie über dem Gefrierpunkt sind, 32 abgezogen und die übrigbleibende Zahl mit 1,8 dividirt. Ist die Fahrenheit'sche Gradzahl unter dem Gefrierpunkt, so wird dieselbe von 32 abgezogen und der Rest mit 1,8 dividirt; und ist der Fahrenheit'sche Grad unter Fahrenheit's 0, so werden zuerst 32 hinzugelegt und dann mit 1,8 dividirt.

Um Celsius'sche Grade in Fahrenheit'sche zu verwandeln, multiplicirt man mit 1,8, und addirt 32 hinzu, wenn die Grade über dem Gefrierpunkt sind; sind sie unter dem Gefrierpunkt, aber über — $17^3/_4{}^0$, Fahrenheit's 0°, so zieht man das Facit von 32 ab; und sind sie unter $17^3/_4$, so zieht man 32 vom Facit ab. Dies lässt sich durch folgende Formeln ausdrücken, worin F die Fahrenheit'sche, und C die Celsius'sche Gradzahl bedeutet:

Fahrenheit'sche Grade in Celsius'sche.

a) Oberhalb des Gefrierpunkts $\frac{F-32}{1,8}$; *b*) zwischen dem Gefrierpunkt und $0^0 \frac{32-F}{1,8}$, und *c*) wenn die Gradzahl unter 0 ist $\frac{F+32}{1,8}$.

Celsius'sche Grade in Fahrenheit'sche.

a) Oberhalb des Gefrierpunktes $C \times 1,8+32$; *b*) zwischen dem Gefrierpunkt und $-17^3/_4$ $(=0^0$ F.) $32-C\times 1,8$, und *c*) unter $17^3/_4$ wird sie $C\times 1,8-32$.

Um Reaumur'sche Grade auf Celsius'sche zu reduciren, multiplicirt man die Reaumur'sche Gradzahl mit 1,25, und um Celsius'sche auf Reaumur'sche zu reduciren, dividirt man die ersteren mit 1,25.

Für die Verwandlung von Reaumur'schen Graden in Fahrenheit'sche hat man folgende Formel: $\frac{R\times 9}{4}+32=$F., und umgekehrt für die Reduction der Fahrenheit'schen auf Reaumur'sche $\frac{F-32\times 4}{9}=$R.

Die Vortheile, welche die Anwendung von Alkohol gewährt, bestehen darin, dass er sich 8mal mehr als Quecksilber ausdehnt, und sein Volumen auf 100 Grade sich um 0,121, das des Quecksilbers aber nur um 0,015 vermehrt, und ferner,

dass niedrigere Temperaturen, als der Gefrierpunkt des Quecksilbers, nur mit Weingeist-Thermometern zu messen sind. Dagegen aber haben sie den Uebelstand, dass sie nicht ganz bis zum Kochpunkt des Wassers ausreichen, und die Ausdehnung des Alkohols nicht so regelmässig wie die des Quecksilbers ist.

Die Vortheile des Quecksilbers dagegen bestehen darin, dass es in seiner Ausdehnung viel gleichförmiger ist, dass man es stets von gleicher Beschaffenheit und luftfrei erhalten kann, dass die Thermometerscale eine bedeutend grössere Ausdehnung hat, und dass es die Wärme besser leitet und also die Temperatur des umgebenden Mediums schneller annimmt.

Bei der Anwendung der Thermometer entstand die wichtige Frage, ob auf allen Theilen der Scale eine gleiche Anzahl von Graden ein gleich grosses Quantum freier Wärme anzeige, ob z. B. zur Erhöhung der Temperatur eines Körpers von 8° auf 10° dasselbe Quantum Wärme erforderlich sei, wie von 98° auf 100°. Diese Frage wurde schon 1723 von Brook-Taylor aufgeworfen; derselbe vermischte gleiche Gewichte kalten und warmen Wassers und untersuchte die Temperatur des Gemisches. Diese Versuche wurden nachher von Black, De Luc und Crawford wiederholt, und als allgemeines Resultat ging daraus hervor, dass je höher man an der Scale hinauf kam, um so weniger Wärme zur Hervorbringung eines jeden neuen Grades erforderlich war, dass aber, bei Anwendung des Quecksilber-Thermometers, der Unterschied für die zwischen 0° und 100° liegende Strecke so sehr unbedeutend ist, dass er ohne besonderen Fehler ganz zu vernachlässigen sei. Bei Weingeist dagegen ist er sehr bedeutend, so dass ein, auf gleiche Weise wie ein Quecksilber-Thermometer graduirtes Weingeist-Thermometer bei der Temperatur, wobei das Quecksilber zu erstarren anfängt, schon um mehrere Grade nachbleibt. — Dalton, in seinem New System of Chemical Philosophy, Th. I. pag. 1., glaubt die krumme Linie gefunden zu haben, nach welcher diese Abweichungen beim Quecksilber geschehen, und macht Vorschläge zu einer Thermometer-Graduirung, wodurch auf allen Theilen der Scale eine gleiche Anzahl Grade stets einen gleichen Zuwachs an Wärme ausdrücken.

Es liegt aber ausser den Grenzen dieses Gegenstandes, in eine Prüfung der von Dalton angegebenen Gründe und der Richtigkeit seiner erhaltenen Resultate einzugehen.

Verfertigung der Thermometer. Zuerst hat man die Thermometerröhren zu wählen. Sie werden theils mit rundem, theils mit plattem Kanal und von verschiedener Weite gemacht. Der platte Kanal verdient darum den Vorzug, weil er mit einer geringeren Quecksilbermenge am besten zu sehen ist. Eine fertige Thermometerröhre muss sogleich an den Enden zugeschmolzen werden; durch hineinkommenden Staub oder Feuchtigkeit wird sie verdorben. Ferner ist es durchaus nothwendig, dass der Kanal überall gleich weit sei. Dies untersucht man auf die Weise, dass man etwas Quecksilber in die Röhre hineinbringt, so dass es eine kleine Säule von einigen Linien Länge ausmacht, die man mit einem Zirkel genau misst. Man führt sie nun allmälig stückweise von einem Ende zu dem anderen, und untersucht dabei ihre Länge mit dem Zirkel. Bleibt sie überall gleich lang, so ist die Röhre gut; verändert sie sich aber in ihrer Länge, so nimmt man nur das Stück der Röhre, welches durchgängig von gleichem Durchmesser ist, oder man lässt auch das Quecksilber darin stückweise fortgleiten, bestimmt auf der Röhre die Länge, die es einnimmt, und corrigirt alsdann die Graduirung darnach. In Betreff des Näheren hierbei verweise ich auf die Lehrbücher der Physik.

An dem einen Ende der Röhre wird eine Kugel von beabsichtigter Grösse und ziemlicher Dicke und Stärke im Glase ausgeblasen. Dies darf nicht mit dem Munde geschehen, weil die geringste Feuchtigkeit das Thermometer verdirbt; sondern man bewirkt es vermittelst einer kleinen Caoutschoucflasche, in deren Mündung man einen Kork eingesetzt hat. Durch ein Loch in demselben wird die Röhre durchgesteckt, und das Blasen durch Zusammendrücken der Caoutschoucflasche bewirkt. Auch kann man statt der Caoutschoucflasche eine kleine Glaskugel nehmen, und diese in der Flamme einer Spirituslampe erhitzen. Hierauf misst man die Länge ab, die das Thermometer haben soll, und bläst oberhalb dieser Stelle die Röhre zu einer zweiten, etwas grösseren Kugel aus. Sie hat nun die Gestalt wie Fig. 5 Taf. VII. Nach dem Erkalten wird das offene Ende in

destillirtes und gut ausgekochtes Quecksilber getaucht, und eine der Kugeln erwärmt, so dass die Luft daraus entweicht. Beim Erkalten wird das Quecksilber in die Röhre eingesogen und steigt in die Kugel *a*. Von da wird es in die Kugel *b* auf die Weise gebracht, dass man diese, nach unten gewandt, erwärmt und so die Luft austreibt, worauf beim Erkalten das Quecksilber herunter fliesst. Sobald die Kugel *b* ganz, und die Kugel *a* bis zu $^2/_3$ mit Quecksilber gefüllt ist, fasst man die Röhre in einen Handgriff von Stahldrath wie Fig. 5 zeigt, und hängt sie über einem Kohlenfeuer auf, wo sie nun ihrer ganzen Länge nach erhitzt und das Quecksilber zum Kochen gebracht wird. Nachdem dies einige Zeit lang gedauert, haben die Quecksilberdämpfe alle Luft und Feuchtigkeit ausgetrieben, und die Kugeln enthalten dann nur gasförmiges Quecksilber. Das offne Ende der Röhre, welches nicht zu heiss sein darf, wird mit Siegellack berührt, und indem dieses schmilzt, wird es in die Röhre eingesogen, worin es beim Bedecken des Feuers erstarrt. Das Thermometer wird nun sogleich vom Feuer genommen, das zugelackte Ende nach oben gehalten, und indem es nun erkaltet, füllt sich die Kugel *b* und die Röhre unterhalb *a* mit Quecksilber. Nach dem Erkalten legt man das Instrument etwas geneigt und treibt, durch Erwärmung der unteren Kugel, so viel Quecksilber aus der Röhre aus, dass nach dem Erkalten das Quecksilber darin hinreichend hoch steht. Hierauf schmilzt man die Röhre unterhalb *a* behutsam ab. Das Thermometer ist nun gefüllt und luftleer.

Die Instrumentenmacher geben sich in der Regel selten so viel Mühe und ihre Thermometer sind daher auch nicht immer zuverlässig. Sie blasen blos eine Kugel und füllen das Thermometer auf die Weise, dass sie mittelst Siegellacks um die Oeffnung der Röhre eine kleine Tute von Papier befestigen, die sie mit Quecksilber füllen und alsdann abwechselnd die Kugel erhitzen und wieder erkalten lassen, bis sie sich gefüllt hat. Dabei springen nicht selten die Röhren durch das eindringende kalte Quecksilber. Andere löthen oben an das Ende der Röhre eine weitere Glasröhre an, und können dadurch bei Austreibung der Luft sowohl die Kugel als diesen Trichter erhitzen und das Thermometer seiner ganzen Länge nach auskochen. Die Röhre wird als-

dann dadurch luftleer gemacht, dass dieselbe, nachdem der Standpunkt des Quecksilbers darin abgepasst ist, an dem Ende ganz fein ausgezogen und die Kugel erwärmt wird, so dass das Quecksilber aus der Spitze heraustritt, die nun in dem Augenblick, wo man die Kugel von dem Feuer entfernt, zugeschmolzen wird. Die Graduirung eines auf diese Weise luftleer gemachten Thermometers kann aber niemals bis zum Kochpunkt des Quecksilbers gehen.

In einem richtig gemachten Thermometer fällt das Quecksilber beim Umwenden der Kugel herunter. Bleibt dabei in letzterer eine Blase, so rührt dies von einer Spur eingeschlossener Luft her, und die Blase entsteht dann immer an demselben Punkt, wo sie bei dem Wiederumwenden des Thermometers verschwand. Ist dagegen das Quecksilber vollkommen luftfrei, so geht die Quecksilbersäule in der Röhre dicht an der Kugel ab, und trennt sich bei einzelnen Umwendungen an ungleichen Stellen.

In der Regel sind die gewöhnlichen käuflichen Thermometer nicht luftleer, und beim Umkehren fällt das Quecksilber in ihnen nicht herunter. Für die nahe über dem gewöhnlichen Standpunkt des Quecksilbers liegenden Temperaturen ist der Fehler von keiner Bedeutung; allein die höheren fallen dabei unrichtig aus, indem die Luft beim Steigen des Quecksilbers zusammengepresst wird und die Kugel wenigstens etwas ausdehnt, wenn auch nicht gerade zerbricht.

Kochpunkt und Gefrierpunkt werden folgendermaassen bestimmt: Die Thermometerkugel wird in nassen Schnee gesteckt, und wenn das Quecksilber nicht mehr sinkt, die Stelle, wo es stehen bleibt, auf der Röhre mit einem Diamanten bemerkt. Neuerlich hat man beobachtet, dass ein luftleeres Thermometer in den ersten Wochen den Gefrierpunkt allmälig verändere, indem sich dieser um $^1/_4$, $^1/_2$ und selbst $1^1/_2$ Grad erhöhe. Die Ursache dieser Erscheinung kann darin ihren Grund haben, das die ausgeblasene, nicht absolut sphärische Kugel von der Luft zusammengedrückt wird, ohne dass dies aber sogleich bis zum Maximum geht. Besteht die Kugel aus festem Glase und wird der Gefrierpunkt erst nach dem Zublasen des Thermometers genommen, so geschieht es nicht. Die Instrumentenmacher aber nehmen

oft den Gefrierpunkt, während das Thermometer noch offen ist. Hierauf wird die Kugel, nachdem sie ein wenig erwärmt worden ist, in eine Schaale mit kochendem Wasser gebracht und mitten in dasselbe gehalten, ohne weder Wände noch Boden des Gefässes zu berühren. Die Stelle, wo das Quecksilber stehen bleibt, wird wiederum mit dem Diamanten bemerkt. Bei dieser Bestimmung des Kochpunktes muss jedoch auch der Barometerstand beobachtet werden; denn bekanntlich *) kocht das Wasser bei niedrigem Barometerstand leichter als bei hohem. Am besten ist es, den Kochpunkt von der beobachteten Barometerhöhe auf 25 Zoll zu reduciren, so dass er für alle Thermometer gleich wird. Ferner muss das Gefäss offen sein, damit die Dämpfe nicht eingeschlossen bleiben und überhaupt keine Schwierigkeit beim Entweichen finden, weil das Wasser sonst einen höheren Kochpunkt annehmen würde. Berührt das Thermometer den Boden des Gefässes, worin das Kochen geschieht, so nimmt es eine etwas höhere Temperatur an, als das Wasser hat, und würde also auch dadurch der Kochpunkt zu hoch werden. Ist das Gefäss tief und befindet sich die Kugel nahe am Boden, so hat das Wasser ebenfalls eine höhere Temperatur, abnehmend gegen die Oberfläche desselben in dem Maasse, als die Wasserblasen an Grösse zunehmen und sich der Druck der darüberstehenden Wassersäule vermindert. 1½ Zoll ist zur Einsenkung der Kugel tief genug, und bei beständiger Beobachtung dieser Tiefe erhält man den Kochpunkt jedesmal ziemlich gleich. Man schreibt auch vor, das Thermometer seiner ganzen Länge nach in nassen Schnee und kochendes Wasser, oder in die Dämpfe desselben, zu senken, um den in der Röhre befindlichen Theil des Quecksilbers mit in Rechnung bringen zu können; allein da man bei Messung höherer Temperaturen gewöhnlich nur die Kugel in das warme Medium eintaucht, so ist jene Vorsichtsmaassregel für Thermometer, die zu solchen Endzwecken bestimmt sind, ohne Nutzen; dagegen ist sie aber für solche Thermometer nothwendig, mittelst deren man eine genaue Temperatur-Messung der Atmosphäre beabsichtigt.

In Betreff der Graduirung des Thermometers, d. h. der

*) Vergl. Th. I. pag. 44.

Eintheilung des Abstandes zwischen 0 und 100° in 100 gleiche Theile, so ist dies die Arbeit des Instrumentenmachers und erfordert mehr Uebung in solchen Arbeiten, als man gewöhnlich zu haben pflegt. Zur Erleichterung dieser Eintheilung bedient man sich eines gleichseitigen Dreiecks von Messing, dessen Basis in 100 gleiche Theile eingetheilt ist, und wovon jede Theilung durch eine gerade Linie mit dem gegenüberstehenden Winkel verbunden ist. Legt man nun die Thermometerröhre parallel mit der Basis auf die Stelle des Dreiecks, wo der Kochpunkt und Gefrierpunkt über den äussersten Linien liegen, so hat man die Theilung, die auf Papier, Messing oder Elfenbein übertragen werden kann. Zur Scale eignet sich Elfenbein besser, als jedes andere Material, weil, indem man das Thermometer gegen das Licht hält, der Standpunkt des Quecksilbers deutlich durch das halb durchscheinende Elfenbein zu erkennen ist.

Ob die Scale richtig eingetheilt sei, prüft man vermittelst eines Zirkels, der z. B. 7 oder 9 Grade fasst, und den man von Grad zu Grad weiter führt, indem man beobachtet, ob er überall genau diese Gradzahl in sich fasst. In Betreff der Prüfung des Thermometers geschieht diese von einem weniger Geübten am besten durch Vergleichung mit einem sicheren Probe-Thermometer, neben welches man das zu prüfende Thermometer in ungleich warme Media einsenkt. Besitzt man kein solches, so lässt sich ein luftleeres Thermometer auf die Weise corrigiren, dass man es horizontal legt, die Röhre so erhitzt, dass sich eine gewisse Länge der Quecksilbersäule von dem übrigen trennt, dieses Stück dann durch Neigung der Röhre fortbewegen lässt, und dabei auf allen Punkten die abweichende Anzahl von Graden genau nachsieht, die der Länge der kleinen Quecksilbersäule entspricht. Hiernach lässt sich alsdann berechnen, welcher wirklichen Grad-Anzahl jede auf der Scale stehende Graduirung entspricht. Bessel und Hällström haben vortreffliche Vorschriften über die Correction der unrichtigen Angaben eines luftleeren Thermometers gegeben; sie liegen aber gänzlich im Gebiete der Physik.

Späterhin hat man Thermometer erfunden, die das Maximum und Minimum der Temperatur zwischen jeder Beobachtung zeigen. Von der Art ist das in England so

genannte **Six's** Thermometer, welches zuerst von **Rutherford** im Jahre 1794 beschrieben wurde. Es besteht eigentlich aus zweien, einem mit Weingeist und einem mit Quecksilber gefüllten, beide in der Stellung wie Tafel VII. Fig. 6. Das Thermometer *A* enthält Weingeist, und das Thermometer *B* Quecksilber. Beide enthalten zugleich etwas Luft, und haben daher an dem zugeblasenen Ende eine kleine Erweiterung. Sie sind auf einer dicken Scheibe von Buchsbaum befestigt, und die Kugeln durch eine aufgeschraubte Messinghülse verwahrt. Jedes Thermometer hat seine besondere Scale. Um das Maximum zu zeigen, dient das Quecksilberthermometer *B*, in welchem vor dem Quecksilber ein kleiner stählerner Stift liegt, der von jenem, indem es steigt, vorgeschoben wird und beim Fallen nachher liegen bleibt. Das Minimum wird vom Weingeistthermometer *A* gezeigt, auf die Weise, dass ein kleiner Stift von Elfenbein in dem Weingeist liegt, und bis an dessen Oberfläche geführt wird. Beim Fallen des Thermometers wird der Elfenbeinstift vom Weingeist zurückgeführt, weil seine Attraction zum Spiritus grösser ist, als seine Reibung gegen das Glas. Steigt die Temperatur, so rückt der Alkohol vor, ohne den Stift mitzuführen, dessen vorderer Rand das Minimum der Temperatur nach der zunächst vorhergegangenen Beobachtung ausweist. Das Quecksilberthermometer dagegen zeigt das Maximum auf die Weise, dass es den Eisenstift vorschiebt, und diesen dann zurücklässt, wenn die Temperatur fällt und das Quecksilber sich zurückzieht. Das Ende des gegen das Quecksilber gekehrten Stahldraths weist dann das Maximum aus. Nach gemachter Beobachtung senkt man die rechte Seite des horizontal aufgehängten Thermometers herab, wobei dann der Stahlstift auf das Quecksilber zurückfällt, und der Elfenbeinstift bis an die Oberfläche des Weingeistes sinkt. Sollte der Stahlstift irgendwo liegen bleiben, so bewegt man ihn mittelst eines Magnets fort. Eine Art von Verbesserung an diesem Thermometer, die neuerlich in Gebrauch gekommen ist, sieht man in Fig. 7, nach welcher das Instrument nur aus einem einzigen Thermometer besteht. *A* ist eine sehr in die Länge gezogene Kugel, an einer, wie Figur zeigt, gebogenen Röhre, von ½ bis 1 Linie innerem Durchmesser. Die Kugel und der gebogene

Theil der Röhre bis *b* sind mit ungefärbtem Weingeist gefüllt; hierauf kommt in den absteigenden und den darauf folgenden aufsteigenden Schenkel Quecksilber, von *b* bis *c*, darüber eine Schicht von Weingeist von *c* bis *d*, und das aufrecht stehende ausgeblasene Ende des Thermometers ist luftleer. Auf dem Quecksilber in beiden Schenkeln ruht ein kleiner stählerner Stift, ungefähr wie eine kleine Stecknadel, an beiden Enden mit Knöpfen versehen; zwischen beiden ist ein bogenförmig gekrümmtes Pferdehaar befestigt, durch dessen Federkraft der Stift an jeder beliebigen Stelle in der Röhre festsitzt. Der Weingeist in der Kugel *A*, und der gebogenen Röhre bis *b*, ist die Substanz, deren Ausdehnungen durch die Wärme gemessen werden sollen. Er drückt das Quecksilber im Schenkel auf und nieder, je nachdem er steigt oder fällt. Die Quecksilbersäule zur Linken fällt durch Erwärmung und steigt durch Abkühlen, und die zur Rechten fällt durch Abkühlung und steigt durch Erwärmung. Die stählernen Stifte werden dabei in die Höhe geschoben und bleiben auf dem höchsten Punkte stehen, indem der zur Linken das Maximum von Kälte, und der zur Rechten das Maximum von Wärme zeigt. Das Instrument muss nach einem guten Thermometer graduirt, und die Grade auf beiden Schenkeln ungleich gemacht werden, weil die Scale auf dem linken Schenkel nur die Zusammenziehung des Alkohols misst; die auf dem rechten Schenkel dagegen misst die gemeinschaftliche Ausdehnung des Weingeistes und des Quecksilbers. Nach gemachter Beobachtung wird der Index mittelst eines Hufeisenmagnets wieder herabgezogen.

Man hat auch Thermometer von starren Metallen construirt, nach dem Princip, dass, wenn man zwei zusammengelöthete Metallstreifen, die durch Wärme ungleich ausgedehnt werden, in einen Bogen zusammenbiegt, dieser durch Temperaturwechsel mehr erweitert oder mehr geschlossen wird, je nachdem man ihn abkühlt oder erwärmt. Der erste Versuch der Art wurde von F e l t e r, einem Mechanikus in Braunschweig, gemacht; sein Instrument bestand aus zwei 4 Fuss langen und 2½ Linie breiten, geraden, parallelen Stäben, der eine von Eisen, der andere von Messing, die an dem einen Ende zusammengenagelt wurden. An dem anderen wurde auf dem Messingstab ein beweglicher, 3 Fuss

langer Zeiger befestigt, der durch den Eisenstab hindurchging. Indem sie von der Wärme der Luft ungleich verlängert wurden, bewegte sich der Zeiger, durch dessen Länge die Grade sehr sichtbar wurden. — Riffelsen, ein Norweger, verbesserte diese Idee auf die Weise, dass er einen sehr kleinen Stahlstreifen mit einem Messingstreifen zusammenlöthete und sie in einen Bogen bog, dessen durch ungleiche Temperaturen bewirkte Veränderungen mittelst eines Räderwerks vergrössert wurden und mit einem kleinen Zeiger ganz grosse Grade gaben. Das ganze Instrument hat die Gestalt einer gewöhnlichen Taschenuhr, auf dessen Zifferblatt ein beweglicher Zeiger die Thermometergrade angibt.

Später vervollkommneten die Gebrüder Breguet in Paris dieses Instrument noch mehr. Als Thermometer nahmen sie eine aus einem Platin- und einem Silberstreifen zusammengelöthete Spirale; da aber die Ungleichheit der Ausdehnung bei beiden Metallen so gross ist, dass sie zuweilen einen Bruch veranlasst, so legten sie zwischen beide einen Streifen von Gold. Fig. 8 zeigt dieses Thermometer. Es besteht aus einer 27 mal gewundenen Spirale, bei A an einem Arm von Messing *B* befestigt, der durch seine Stellung die Spirale ganz frei lässt. Sie steht senkrecht über dem Mittelpunkt des Kreises *M*, auf welchem die Grade aufgezeichnet sind. Das Ende der Spirale trägt einen Zeiger, dessen kürzeres Ende *d* mit dem längeren und dünneren *c* in Gleichgewicht steht; der graduirte Kreis wird von drei kleinen Füssen getragen. Es ist klar, dass bei Temperatur-Aenderung die Spirale sich aus einander oder zusammenwindet, und dadurch die Grade anzeigt. Zwischen 0° und 100° macht der Zeiger zwei Umdrehungen, und der Kreis hat nur 48 Grade. Dieses Thermometer ist viel empfindlicher als die gewöhnlichen Quecksilber-Thermometer. Bei einem Versuche, wo ein solches neben das Spiral-Thermometer unter die Glocke einer Luftpumpe bei + 19° gebracht und die Luft ausgepumpt wurde, fiel das Quecksilberthermometer von + 19° auf + 17°, das Spiralthermometer aber von + 19° auf — 4°. Als die Luft wieder hineingelassen wurde, stieg es auf + 50°, während das Quecksilberthermometer noch zu sinken fortfuhr.

Tiegel, — ein chemisches Gefäss, worin Körper der Ein-

wirkung sehr hoher Temperaturen ausgesetzt werden. Sie werden aus verschiedenem Material gemacht und haben verschiedene Form.

1. *Tiegel von Platin* sind zu chemischen Versuchen ganz unentbehrlich geworden, seitdem durch ihren Gebrauch so Vieles möglich geworden ist, was früherhin unausführbar war. Sie werden namentlich in London, Paris und Berlin gemacht, und man erhält sie von allen drei Orten in gleicher Güte, seitdem man sich in Frankreich nicht mehr des Arseniks zur Vereinigung des rohen Platins bedient. Man erhält diese Tiegel in zwei Formen, in Fig. 9 und 10 Taf. VII. abgebildet. Beide sind gut; indessen ziehe ich Fig. 10 darum vor, weil sie sich auch gut zu Abdampfungen eignet. Stets müssen diese Tiegel mit einem Deckel versehen sein, und am besten ist es, zwei Deckel von ungleicher Gestalt zu haben; einen wie Figur 11 *A*, mit heruntergebogenem Rand und etwas gewölbt, beim Gebrauche des Tiegels im Feuer; und einen anderen, *B*, umgekehrt eingebogenen, mit der concaven Seite nach oben, und mit 3 Stiften von Platin versehen, die so gestellt sind, dass wenn der Tiegel aufgesetzt wird und die Stifte in den Tiegel zu stehen kommen, der über denselben vorstehende Rand des Deckels den Tiegel nicht vollkommen berührt, sondern einen kleinen offnen Zwischenraum lässt. Dieser Deckel wird bei Versuchen auf nassem Wege gebraucht und hat den Vortheil, dass Alles, was vielleicht beim Kochen in die Höhe spritzt, nach dem mittelsten und tiefsten Theil des Deckels zusammenfliesst und in den Tiegel zurückfliesst. In Ermangelung eines solchen Platindeckels kann man auch ein Uhrglas von passender Grösse nehmen; über die Mündung des Deckels legt man alsdann ein Paar Platindräthe, und auf diese das Uhrglas, wodurch also ebenfalls ein Zwischenraum zwischen diesem und dem Tiegelrand bleibt.

Platintiegel müssen aus reinem Platin gemacht sein; manche haben den Fehler, dass sich bei starker Glühhitze auf ihrer Oberfläche Blasen bilden, in die sich dann Flüssigkeiten einsaugen und bewirken, dass auf solchen Tiegeln, wenn sie auch rein aussehen, beim Glühen für sich aus den Oeffnungen dieser Blasen Salz auswittert. Solche Tiegel taugen höchstens zum Glühen von Substanzen, die nicht schmelzen.

Diese Blasen erheben sich nur nach einem sehr starken Feuer, oder nach mehrmaligem Glühen in schwächerer Hitze. Platintiegel müssen ferner aus dünnem Platin gemacht sein, damit man sie mit Leichtigkeit auf einer empfindlichen Waage wiegen kann. Man muss mit Tiegeln von verschiedener Grösse, selbst bis zur Grösse eines grösseren Fingerhuts herab, versehen sein. Auch hat man sich mit einem grösseren Stück papierdünnen Platinblechs zu versehen, aus dem man sich für einzelne Fälle seine Platingefässe für Glühungsversuche im Kleinen selbst machen kann. In dieser Absicht schneidet man in Holz eine Figur aus, deren Höhlung die für das Gefäss beabsichtigte Form hat, drückt das Platinblech dagegen, gleicht die entstehenden Falten aus, und reibt es mit einem harten und polirten Körper ein. Kleine Schalen von Platin kann man sich leicht machen, wenn man aus dünnem Blech eine runde Scheibe schneidet, diese gut ausglüht und darauf in einem kleinen Achatmörser vorsichtig mit dem Pistill rund um von der Peripherie gegen das Centrum drückt, bis sie die Vertiefung des Mörsers angenommen hat. Zu Glühungen in Porcellanröhren in einem Gasstrom macht man sich einen halben Cylinder, der durch Zubiegung an den Enden die Form behält, wenn man ihn von der hölzernen Form abnimmt. Biegt man ein abgeschnittenes rundes Stück wie ein Filtrum, so bekommt man einen kleinen Tiegel, u. s. w. Diese kleinen leichten Platingefässe werden bei Glühungen in grössere Tiegel gesetzt, und dann beim Wägen herausgenommen. Zu ihrer Wägung bedient man sich einer kleinen Probirwage, die für $^1/_{10}$ Milligramm einen grossen Ausschlag gibt. Zu Mineral-Analysen mit sehr kleinen Mengen eignen sich diese aus Platinblech gemachten Gefässe vortrefflich, und gestatten das Wägen auf Waagen, wie man sie für die Gold- und Silberproben gebraucht, und wodurch dasselbe zugleich schnell und sicher von Statten geht.

Schon unter dem Capitel *Platin* im dritten Theil führte ich Einiges in Betreff der Handhabung der Platintiegel an. Hier will ich noch ausführlicher angeben, was mich eigne Erfahrung darüber gelehrt hat. Auf *trocknem Wege* darf man niemals in ihnen schmelzen: 1) kaustische Alkalien oder salpetersaure Salze mit Alkali, Kalk-, Baryt- oder Strontianerde zur Basis, weil die Affinität des Alkali's zum Platin-

oxyd eine bedeutende Oxydation auf der Oberfläche des Platins bewirkt, der Tiegel dadurch sehr angegriffen wird, und nach Herausnahme der Salzmasse mit Gruben bedeckt erscheint. 2) Schwefelalkalien oder schwefelsaure Salze mit Kohlenpulver, weil das Schwefelalkali noch stärker als das kaustische das Platin angreift. 3) Metalle im regulinischen Zustande, bei einer Temperatur, wobei sie schmelzen, und wobei sich das Platin sogleich mit ihnen legiren würde. Gold, Silber, Kupfer u. a. lassen sich in Platintiegeln ohne Gefahr glühen, so lange die Hitze nicht dem Schmelzpunkte dieser Metalle zu nahe kommt; hingegen geschmolzenes Blei kann man nicht in einen kalten Platintiegel giessen, ohne denselben zu verderben. Ein Tropfen geschmolzenen Blei's, Zinns oder Wismuths, auf den Deckel eines glühenden Platintiegels gespritzt, macht unvermeidlich ein Loch. 4) Phosphor oder Phosphorsäure mit brennbaren Substanzen bilden Phosphorplatin, und an der Stelle schmilzt entweder der Tiegel sogleich oder bekommt beim Erkalten Risse, und ist dann mehrentheils nicht mehr auszubessern. 5) Die Oxyde mehrerer Metalle dürfen in Platin nicht weiss geglüht werden, weil sie dabei öfters ihren Sauerstoff verlieren und das Metall sich mit dem Platin legirt. Die Oxyde von Blei, Wismuth, Kupfer und Nickel haben dazu die grösste Neigung. In mässiger Glühhitze werden sie nicht verändert. 6) Das Platin verbindet sich leicht mit Kiesel; man darf es daher nur so wenig wie möglich bei höheren Temperaturen mit Holzkohle in Berührung bringen. Indessen können doch die Tiegel in der Hinsicht weit mehr vertragen, als man nach der Leichtigkeit, womit das schwammige Platin in Thontiegeln mit Kohlenpulver zusammenschmilzt, vermuthen sollte. Uebrigens muss man niemals einen Platintiegel unmittelbar zwischen Kohlen in einen Zugofen stellen, sondern er muss in einen Thontiegel eingesetzt werden, der mit einem Deckel versehen ist und auf dessen Boden man ein wenig gebrannte reine Talkerde gelegt hat. Ehe mir die Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge bekannt war, pflegte ich sehr häufig kleinere Mengen in kleinen Platintiegeln über der Flamme einer einfachen Spirituslampe zu glühen. Dabei bedeckte sich häufig der Boden des Tiegels mit einer Kruste von Rus, nach dessen Wegnahme das Gewicht des Platins

33*

bedeutend vermindert, und die Aussenseite des Bodens angefressen und voller Gruben gefunden wurde. Bei Untersuchung der abgenommenen schwarzen Kruste fand ich, dass sie aus Kohle bestand, gemengt mit Kupfer und Platin. Das Kupfer rührte deutlich von der Messingröhre her, durch welche der Docht gesteckt war, und welche den Rand der Flamme zuweilen grün zu färben pflegte. Indem ich diese Röhre nachher aus verzinntem Eisenblech machte, verschwand zwar der Kupfergehalt in der Ruskruste; nichts desto weniger aber wurde doch der Tiegel angegriffen, wiewohl bedeutend weniger als zuvor, und nach mehreren Versuchen fand ich endlich, dass dieses Angreifen des Tiegels nur dadurch zu verhüten war, dass er nicht so tief in die Flamme eingesenkt wurde, dass sich Rus darauf bilden konnte. Dieser Umstand war um so wesentlicher, als das Gewicht des Tiegels durch die Rusbildung darauf verändert, und dadurch zugleich die Quantität des Glühverlustes unrichtig wird.

Auf *nassem Wege* hat man zu vermeiden, kein Königswasser, selbst nicht das verdünnteste, in Platintiegel zu bringen oder darin mit Salzsäure manganhaltige Substanzen aufzulösen; ist z. B. bei Mineral-Analysen die mit kohlensaurem Alkali gebrannte Masse grün oder schwarz, so muss sie in einem Glasgefäss mit Salzsäure versetzt und bis zum Verschwinden allen Chlorgeruchs abgedampft werden. Im Allgemeinen kann man in Platintiegeln alle Flüssigkeiten, die nicht Chlor oder Brom enthalten, oder in denen sich nicht diese entwickeln, kochen und abdampfen.

Manche Substanzen lassen auf der Oberfläche von Platin Flecken zurück, die schwierig abzuwaschen sind. Von diesen reinigt man die Tiegel sehr leicht durch Scheuern mit Seesand (Ballastsand), dessen Körner alle rund sind und den man zur Entfernung aller grösseren Körner zuvor durch ein Haarsieb gesiebt hat. Das Scheuern verrichtet man mit ein wenig Wasser und mit dem Zeigefinger auf die Weise, dass die Körner beständig in rollende Bewegung kommen. Hierdurch wird das Metall blank und polirt, und dabei nur sehr unbedeutend abgenutzt. — Es ist von grosser Wichtigkeit, die Oberfläche der Tiegel stets polirt zu erhalten, weil sie alsdann nur wenig von solchen Substanzen angegriffen

werden, die sie sonst schnell genug angreifen würden; und wenn ein Tiegel einmal angegriffen ist, lässt sich, nach Ausziehung der fremden Substanz mit Säuren, fast nichts mehr darin glühen, ohne ihn noch weiter anzugreifen, wenn nicht zuvor die innere poröse Oberfläche vorsichtig gehämmert und alsdann polirt worden ist. — Bekommt Platin Flecken, die nicht ohne zu grosse Abnutzung mit Sand wegzubringen sind, so schmilzt man darin entweder saures schwefelsaures Kali bei Glühhitze und mit aufliegendem Deckel, oder besser etwas Borax zu Glas, wodurch die Oberfläche stets wieder rein und metallisch wird, und worauf man sie durch Scheuern mit Sand wieder polirt. Die Abnutzung bei diesem Scheuern ist so gering, dass die auf diese Weise gereinigten Tiegel noch nach 20jährigem Gebrauch in vollkommen gutem Zustand sind.

Löcher und Risse können mit Gold zugelöthet werden; allein die Tiegel halten nachher keine starke Hitze mehr aus, weil in solchem Falle das Gold schmilzt, sich in das Platin einzieht und den Riss wieder offen lässt. Besser ist es, das Loch oder den Riss mehrere Male mit einem aus Platinpulver *) und Terpentinöl gemachten Firniss zu überstreichen und darauf die Stelle, nachdem die verschiedenen Ueberzüge völlig getrocknet sind, in der durch Sauerstoffgas angefachten Flamme einer Spirituslampe zu erhitzen (siehe *Gebläse*). Um hierbei den durch Strahlung entstehenden Verlust an Wärme zu vermeiden, setzt man ein Stück nach dem Tiegel geformter poröser (und folglich wenig wärmeleitender) Kohle in den Tiegel, und über denselben einen ähnlichen, aus Kohle geschnittenen Ueberzug, worin nur für die zu erhitzende Stelle eine Oeffnung gelassen ist. Das Platin bekommt dann Schweisshitze, und nachdem man die schadhafte Stelle abwechselnd gehämmert und erhitzt hat, ist sie nachher nicht mehr zu erkennen.

2. *Tiegel von Silber* werden, wegen ihrer leichten Schmelzbarkeit, jetzt nicht mehr viel gebraucht. Indessen

*) Solches Pulver erhält man, wenn man Platinsalmiak zum feinsten Staub zerreibt, mit dem doppelten Gewicht fein geriebenem Kochsalz vermischt, und das Gemenge bis zur Reduction des Metalls glüht, worauf man das Kochsalz wieder mit Wasser auszieht.

muss man mit einem Silbertiegel versehen sein, zum Schmelzen von kaustischem Kali, zur Bereitung von kaustischer Baryterde aus salpetersaurer, und zur Aufschliessung von Mineralien, die nur durch Glühen mit kaustischem Alkali zersetzbar sind, wie z. B. Zinnerze und Zirkone. Die Erhitzung des Silbertiegels muss sehr vorsichtig geschehen, um ihn nicht zum Schmelzen zu bringen, und wird am besten über der grossen Spirituslampe vorgenommen, da für einen grossen Theil solcher Glühungen die Hitze derselben hinreichend ist. Silbertiegel vertragen keine Säuren; sie werden, wie die Platintiegel, mit Sand rein gescheuert. Das Silber krystallisirt leicht, wenn es lange glühend erhalten wird; die Oberfläche des Tiegels wird dann auf den krystallisirten Stellen höckerig und spröde, was jedoch durch Hämmern wieder zu verbessern ist.

3. *Tiegel von Porzellan* sind wenig brauchbar, wenn sie nicht sehr klein und von dünner Masse sind. Es ist schwer, grössere so behutsam zu erhitzen, dass sie nicht springen, was beim Erkalten fast unvermeidlich statt findet. In Berlin und besonders in Meissen macht man sehr kleine und dünne Tiegel, die ungefähr 1 Unze Wasser fassen. Sie sind zu vielen Endzwecken brauchbar, besonders zum Glühen von Metalloxyden, die in Berührung mit Platin leicht reducirbar sind, zum Schmelzen von Metalloxyden mit Schwefelbasen u. s. w. Porzellantiegel sind wenig wärmeleitend und können über der Spirituslampe nur an der Stelle zum Glühen gebracht werden, welche von der Spitze der Flamme getroffen wird. Aber diesem ist dadurch leicht abzuhelfen, dass man den Porzellantiegel in einen Platintiegel stellt, wodurch er überall glühend wird. Ich erhitze sie immer auf diese Weise. Sie werden mit dem Platintiegel vor und nach dem Versuche geglüht und gewogen. Auf diese Weise halten sie sehr gut und bekommen keine Risse.

4. *Tiegel von feuerfestem Thon.* *a*) *Hessische Tiegel*, so genannt, weil sie zu Gross-Allmerode in Hessen gemacht werden. Auch zu Waldenburg und anderen Orten werden ähnliche Tiegel verfertigt, diese sind aber nicht so gut. Die grösseren Tiegel sind rund und nach dem Boden zu sich verengend; die kleineren mehrentheils oben dreiseitig und am Boden rund, wie Fig. 12. Sie werden auch *Satztiegel* ge-

nannt, weil sie von so verschiedener Grösse gemacht sind, dass ein Tiegel in den andern gesetzt wird; 5 bis 6 machen einen Satz aus. Sie haben eine gelblichgraue Farbe, fühlen sich etwas rauh an, und müssen von dünner und gleichförmiger Masse, und überall gleich hart gebrannt sein. Beim Anschlagen müssen sie, indem man sie an dem Boden hält, einen klaren Klang geben, und müssen frei von schwarzen Flecken sein. Beim Gebrauche sind sie stets langsam zu erhitzen und auch wieder langsam abzukühlen. — *b) Helsingborger Tiegel* werden in der Steingutfabrik zu Helsingborg aus dem daselbst vorkommenden feuerfesten Thon gemacht. Sie sind den hessischen Tiegeln ähnlich, sind aber dicker in Masse und springen daher leichter. Ihre Farbe ist grauroth. Sie können statt der hessischen Tiegel gebraucht werden, mit denen sie fast gleiche Feuerbeständigkeit gemein haben. — *c) Vollkommen feuerfeste Tiegel* macht man sich gewöhnlich selbst aus feuerfestem Thon, indem man einen Theil desselben brennt und fein pulvert, und diesen mit einem andern Theil ungebrannten Thon zu einem geschmeidigen und zusammenhängenden Teig gehörig zusammenarbeitet. In dieser Absicht knetet man gleiche Theile gebrannten und ungebrannten Thon mit Wasser zusammen, und stösst die Masse hierauf mit einem breiten Stösser oder mit einer Keule; alsdann lässt man sie, mit einem nassen Tuche bedeckt, 24 Stunden lang liegen, bearbeitet sie dann wieder eine Stunde lang mit der Keule, lässt sie hierauf wieder nass bedeckt liegen, und wiederholt diese Behandlung so oft, bis die Masse die gehörige Bildsamkeit erlangt hat. Hierzu sind 2 bis 3 Wochen erforderlich; im Allgemeinen je länger sie auf diese Weise bearbeitet wird, um so besser wird sie, jedoch ist sie auch im Nothfalle schon nach weit kürzerer Zeit brauchbar. Aus dem feuchten Thon werden die Tiegel in einer eigenen Form, Fig. 13 und 14, gepresst. *aa* ist ein starker Ring von Schriftgiesser-Metall, auswendig ganz cylindrisch, inwendig aber etwas konisch, mit der weiteren Oeffnung nach oben. Dieser Ring passt genau in eine Vertiefung des aus einer etwas harten Holzart gemachten Blocks *bb*, welcher als Boden des durch Einsetzung des Ringes gebildeten Raumes dient. Hierdurch wird der äussere Umfang des Tiegels be-

stimmt. Die innere Aushöhlung wird vermittelst eines aus Holz gedrehten Stempels *c* bestimmt, der an dem unteren Ende, und ganz in dessen Mittelpunkt, mit einem eisernen Stift *de* versehen ist, dem ein Loch in dem Mittelpunkt der Vertiefung des Holzstücks entspricht, welches Loch, durch die eingesenkte Messingscheibe *fg*, oben einen messingenen Rand hat. Der Endzweck davon ist, dass der Stempel beim Eindrücken in dem Mittelpunkt des Ringes gehalten werde. Aus demselben Grunde hat der Ring oben einen eingedrehten Falz *hi*, in den der Stempel beim Herabdrücken genau einfällt. Hierdurch wird der Raum, der zwischen dem Stempel und dem Ring bleibt und von dem Tiegel ausgefüllt werden soll, auf allen Seiten gleichförmig. Bei der Verfertigung eines Tiegels wird sowohl die Innenseite des Ringes, als auch der Stempel mit etwas Baumöl bestrichen, dann ein, zu einem Tiegel hinreichendes Stück gekneteten Thons in den Ring gelegt, darauf der Stempel, unter gelindem Umdrehen, eingedrückt, so dass der Stift in das Loch *fg* trifft, und zuletzt so weit eingeschoben, dass der Stempel gänzlich auf den Falz *hi* im oberen Ende des Ringes zu liegen kommt. Der überschüssig eingebrachte Thon wird dabei zwischen dem Stempel und dem Falz herausgepresst und wird abgenommen. Alsdann wird der Stempel, unter gelindem Umdrehen um seine Achse, herausgezogen, der Ring von dem Holzstück abgenommen und der Tiegel mittelst eines, genau in die untere Ringöffnung passenden hölzernen Cylinders hinausgeschoben. Das Loch, welches nun der Tiegel im Boden hat, wird so verschlossen, dass man einen kleinen, zwischen den Fingern gerollten, hineinpassenden Cylinder von feuchtem Thon, nachdem man ihn in Wasser getaucht hat, hineinschiebt. Was von diesem Cylinder inwendig und auswendig vorsteht, wird mit einem nassen Finger platt gedrückt, so wie auch mit einem in Wasser getauchten Finger die Oberfläche des Tiegels geglättet wird. Man lässt ihn nun trocknen, zuerst ungefähr 48 Stunden lang bei der Lufttemperatur, d. h. bei + 15° bis 20°, alsdann auf einem warmen Stubenofen und zuletzt auf einer langsam erwärmten Sandcapelle. Man hat nicht nöthig, diese Tiegel vor dem Gebrauche zu brennen. Die Deckel dazu macht man aus Kohlenscheiben, die man schneidet und feilt, bis

sie genau passen, worauf man sie auswendig mit nasser Tiegelmasse überstreicht und auflegt; der Thonbeschlag verhindert, dass sie verbrennen. Diese Tiegel halten ungefähr dieselbe Hitze wie Platin aus, ohne zu schmelzen, und stehen sehr gut in der grössten Hitze der Zug- und Gebläse-Oefen, selbst bei Anwendung von Coaks.

Thontiegel werden jetzt im Ganzen wenig im Laboratorium des theoretischen Chemikers gebraucht, und sind durch den Gebrauch der Platintiegel in den meisten Fällen verdrängt worden. Die Gelegenheiten, wo sie noch angewendet werden, sind Metallschmelzungen, oder Reductionsproben, die in Platintiegeln unausführbar sind. Ferner dienen sie kleineren Retorten oder Kolben, die der Glühhitze ausgesetzt werden sollen, als Sandcapellen, so wie den Platintiegeln als Unterlage, indem man einen kleineren Thontiegel umgekehrt auf den Rost des Ofens, und auf jenen den Platintiegel stellt (siehe ferner *Untersatz*). — Die Ursache, warum die Thontiegel, ungeachtet ihrer Wohlfeilheit, nicht mehr so viel gebraucht werden, ist, dass sie so leicht springen, so leicht von den meisten Substanzen, die darin geschmolzen werden, angegriffen werden und sie dadurch verunreinigen, und dass man sie nachher niemals wieder so reinigen kann, dass sie zu einer zweiten Operation gebraucht werden könnten, wenn sie auch nach der Abkühlung ungesprungen geblieben wären, was man noch am besten dadurch erreicht, dass man den Tiegel mit dem Ofen erkalten lässt.

5. *Graphittiegel*, auch Ypser oder Passauer Tiegel genannt, nach den Orten, wo lange Zeit die besten gemacht wurden. Sie bestehen aus 3 bis 4 Theilen fein gestossenem Graphit und 1 Theil gutem Thon zu einer zusammenhängenden Masse verarbeitet. In den Laboratorien werden sie selten angewendet; hauptsächlich werden sie von den Metallarbeitern gebraucht. Sie sind viel theurer als die Thontiegel, haben aber vor ihnen den Vorzug, dass sie das Feuer viel besser vertragen, nicht leicht springen und sehr lange gebraucht werden können. — Salze kann man nicht darin schmelzen, sie werden davon schnell durchdrungen. Nach langem Gebrauche verbrennt an der Oberfläche dieser Tiegel die Kohle im Graphit, und sie werden dadurch roth, ohne dass sie aber im Innern ihren Graphitgehalt verlieren. Sie

kommen im Handel von verschiedener Grösse vor, die durch eine Nummer im Boden bemerkt ist.

Tisch. — Wiewohl ein jeder Tisch den Endzwecken eines Chemikers entsprechen kann, so gewährt ihm doch nicht jeder gleiche Bequemlichkeit. Die verschütteten Substanzen zerfressen das Holz, lösen Farben und Firnisse auf, und sind Ursache, dass die Tische der Chemiker gewöhnlich sehr schlecht aussehen. Dies lässt sich dadurch vermeiden, dass man die absichtlich dazu eingerichteten Tische mit Platten von weissem Fayence (weissen Kacheln) belegen lässt. Dieselben müssen sehr genau zusammen passen, und die Fugen mit einem Kitt aus Leinölfirniss und Zinkoxyd oder Schwerspath verstrichen werden. Auf diese Weise sind die Tische leicht zu reinigen, man kann nöthigen Falls kleine Oefen darauf stellen, und erfüllen überhaupt alle Forderungen, die man an einen Tisch machen kann. — Ein Tisch mit gusseisernem Blatt, der unter den mit einer Bleihaut überzogenen eisernen Rauchfang (siehe *Abdampfen*) gestellt ist, ersetzt für viele Fälle einen ordentlichen aufgemauerten Herd, und ein gewöhnliches Wohnzimmer lässt sich auf diese Weise leicht in ein zu wissenschaftlichen Untersuchungen bestimmtes Laboratorium verwandeln.

Trichter; siehe Filtriren.

Trocknen. — Nach Filtrationen und Auswaschungen hat man oft nöthig, die auf dem Filtrum gebliebene Substanz zu trocknen. Ein solches Filtrum legt man zuerst vorsichtig auf Löschpapier oder gewöhnliches Druckpapier, und trocknet es dann in der Wärme. Bei weniger genauen Versuchen geht das Trocknen am leichtesten vor sich, wenn man das nasse Filtrum auf einen Ziegelstein legt, der das meiste Wasser einsaugt. Im Winter trocknet man in dem pag. 6 erwähnten schrankartigen Raum des Stubenofens, worin man, wenn er durch eine Thür verschliessbar ist, eine Temperatur zwischen $+40^0$ und 65^0 hat. Sonst trocknet man auch recht gut über einer kleinen Oellampe auf einer Theeschaale oder im Wasserbad (siehe *Wasserbad*). Auf der Sandcapelle ist das Trocknen weniger sicher, weil die Hitze darauf leicht zu stark wird.

Man trocknet auch in einer Evaporationsglocke oder im Exsiccator (s. *Abdampfen*), wozu Brunner ein eignes, sehr

bequemes Instrument beschrieben hat. Man nimmt dazu eine weithalsige Glasflasche mit eingeschliffenem Stöpsel. In den Mittelpunkt der unteren Fläche des Stöpsels bohrt man ein Loch, in welches ein kleines Oehr eingekittet wird, an das man, wie die Figur zeigt, einen, von drei Messingdräthen getragenen Ring aufhängen kann. Auf den Boden der Flasche wird concentrirte Schwefelsäure gegossen und auf den Ring das Gefäss gestellt, in welchem sich der zu trocknende Körper befindet. Nachdem die Flasche mit ihrem Stöpsel verschlossen ist, stellt man sie kälter oder wärmer, selbst in's Wasserbad, je nach Bedarf.

Selten hat man jedoch Flaschen mit so weiten Oeffnungen, dass man Gefässe von 3 bis 4 Zoll Durchmesser einführen könnte. Für solche Fälle bediene ich mich eines gewöhnlichen Glases, dessen oberer Rand eben geschliffen ist, und bedecke dieses mit einer eben geschliffenen Glasplatte, die, um vollkommen dicht zu schliessen, in der Berührungs-Peripherie mit dem Glase mit Talg bestrichen worden ist. In das Centrum dieser Platte ist ein Loch gebohrt, durch welches ein Kork gesteckt wird, an welchem der eben beschriebene Ring aufgehängt wird, wie Figur zeigt. Ist es nöthig, das Glas in stärkere Wärme zu stellen, so wird der Kork ein wenig gelöst, damit Luft bei dem Erwärmen herausdringen kann, ohne dass es nöthig wird, die Platte abzulösen, die sonst durch die Ausdehnung der Luft aus dem Contact mit dem Glasrande gehoben würde.

Zum Trocknen sowohl von Filtern für sich, als auch mit darauf sitzenden Niederschlägen zum Wägen nach dem Austrocknen bediene ich mich des Taf. VII. Fig. 31 abgebildeten kleinen Apparats: *ABCD* ist ein Kessel von Kupfer, 12 bis 15 Centimeter weit und 10 Centim. hoch. *EFGH* ist ein darin angebrachter kleiner Kessel von 8 Centim. Weite und 7 Centim. Tiefe, der oben luftdicht verbunden ist mit

dem äusseren Kessel mittelst eines zugelötheten ringförmigen Deckels, über den der Rand des inneren Kessels 4 Millimeter weit hervorragt. Der ringförmige Deckel des äusseren Kessels hat eine Oeffnung *N*, bestimmt, um Wasser in den äusseren Kessel zu giessen, sie wird während des Kochens mit einem Kork verschlossen, durch welchen ein dünnes gebogenes Glasrohr geht, um damit die Wasserdämpfe wegzuführen. Der Hahn bei *D* lässt das Wasser wieder heraus, wenn der Versuch beendigt ist. Der innere Kessel hat nahe am Rande eine Oeffnung im Boden bei *H*, in welche ein gebogenes Rohr von Kupfer *HIL* in geringer Entfernung von dem Boden des inneren Kessels gelöthet ist. Dieses Rohr geht bis zu der entgegengesetzten Kante, biegt sich da mitten zwischen den beiden Kesseln aufwärts und tritt am oberen Rande des äusseren Kessels heraus, wo es luftdicht zugelöthet ist. Es endigt mit einer erweiterten Oeffnung, in die ein Kork gesteckt werden kann. Der kleinere Kessel wird lose mit einem Deckel *K* bedeckt, der in der Mitte eine Oeffnung hat, in welche ein Kork mit einem Glasrohr gesteckt wird.

Der äussere Kessel wird so weit mit Wasser gefüllt, dass noch der gehörige Kochraum bleibt, und über einer Oellampe erhitzt, welche dieselbe Construction hat, wie die oben, S. 329, beschriebene Spirituslampe mit cylindrischem Dochte. Was getrocknet werden soll, legt man in geeigneten Gefässen in den inneren Kessel. Dann wird der Deckel *K* aufgelegt und von *L* aus ein Luftstrom durch das Rohr *LIH* getrieben. Diese Luft wird während des Durchgangs durch das dünne, auf allen Seiten mit kochendem Wasser umgebene Kupferrohr bis zu + 100° erhitzt und führt also die Wasserdämpfe von der Probe weg, ohne diese abzukühlen. Die Luft, welche bei *L* eingetrieben wird, lässt man vorher durch ein langes Chlorcalciumrohr streichen, so dass sie wasserfrei in den Apparat gelangt. Das Durchtreiben der Luft lässt sich nicht mit dem Saugapparat bewerkstelligen, indem dazu erforderlich wäre, dass der innere Kessel luftdicht verschlossen werden könnte, was für das Trocknen nicht nöthig ist und äusserst unbequem sein würde, wenn man etwas hineinlegen oder herausnehmen will. Es geschieht dagegen sehr bequem mit einem Ballon von Taft,

der mit Caoutschoucfirniss überzogen worden ist, oder mit einem Ballon von Caoutschouc, der aus einer grösseren Caoutschoucflasche aufgeblasen ist, wie man dieses in Caoutschoucfabriken sehr gut zu machen versteht. Man streut ein wenig Pulver von Talk oder von gebrannter Magnesia hinein, um das Zusammenkleben der Wände zu verhindern. Ich bediene mich eines Ballons der letzteren Art, dessen Inhalt 40 bis 50 Liter fasst. Er ist mit einem Hahn versehen und wird mittelst desselben Blasebalgs, welcher für die Glasbläserlampe gebraucht wird, mit Luft gefüllt; denn man darf nicht mit dem Munde feuchte Luft hineinblasen. Gewöhnlich bedarf es zum Durchtreiben der Luft keines grösseren Drucks, als der Ballon selbst ausübt, während er allmälig zusammenfällt. Im Uebrigen wird der Luftzufluss mit dem Hahn regulirt.

Ich muss hinzufügen, dass ich gewöhnlich das, was getrocknet werden soll, in einen auf den Boden des inneren Kessels umgelegten Platintiegel lege, dessen Deckel schief über die Oeffnung bei *H* gelegt ist, so dass die Luft dadurch unmittelbar in den Tiegel geführt wird. Darauf wird der Deckel in dem Apparate aufgesetzt und der Tiegel vor dem Wägen in einem Exsiccator erkalten gelassen. — Ich kann diesen Trocken-Apparat als sehr bequem und dabei als sehr zuverlässig empfehlen. Er kann auch zu Oel angewandt werden, wenn man ein Thermometer in die Oeffnung *N* einsetzt. Dadurch, dass die einströmende Luft durch das Oel gegangen ist und dessen Temperatur angenommen hat, kommt die Temperatur im Innern des Kessels der des Oels näher.

Retorten, Kolben und lange Glasröhren inwendig auszutrocknen, hat einige Schwierigkeit, wenn man dabei nicht folgenden ganz einfachen Handgriff beobachtet; man erwärmt nämlich das Glasgefäss und saugt alsdann vermittelst einer hinein gehaltenen Glasröhre die Luft aus demselben aus; das durch die Erwärmung gasförmig gewordene Wasser wird auf diese Weise ganz leicht entfernt.

Tubulatur — wird ein auf die Kugel einer Retorte oder eines Kolbens aufgesetzter Flaschenhals genannt; jene nennt man alsdann *tubulirt* (siehe *Retorte* und *Vorlage*). Auch Flaschen, die mehr als eine Oeffnung haben, werden tubulirt genannt.

Untersatz. — Zum Tragen von Vorlagen, Lampen u. dgl., die höher und niedriger gestellt werden sollen, bedient man sich eines Untersatzes, wie Figur 15. Tafel VII. *A*, *B* und *C* passen alle in den Fuss *D*, und können durch Anziehen der Schraube *E* höher und niedriger festgestellt werden. Beim Gebrauche von *A*, welches sich mit einer ebenen Scheibe endigt und zum Tragen von Lampen und überhaupt zum Daraufstellen von Gegenständen dient, hat man, wenn er bei Destillationen zur Unterstützung der Vorlage dienen soll, auf die Scheibe noch einen Kranz zu legen, in welchen die Vorlage zu liegen kommt. Zum Tragen von Vorlagen oder runden Schaalen, in welche letztere öfters hineingelegt wird, um mit Eis oder Wasser umgeben zu werden, wendet man den Theil *C* an, der, statt mit einer Scheibe, mit drei aus einander weichenden Zapfen endigt, zwischen denen die Vorlage oder Schaale vollkommen sicher liegt. *B* dient zur Unterstützung von Röhren. Bei so geringen Erhöhungen, für welche andere Untersätze zu hoch sein würden, nimmt man runde hölzerne Scheiben, von 4 bis 5 Zoll im Durchmesser und von verschiedener Dicke, durch deren Aufeinanderlegung man die beabsichtigte Erhöhung erlangen kann.

Kolben und Retorten, die man wegzustellen hat, setzt man auf Kränze, von Stroh geflochten oder aus kleinen hölzernen Scheiben zusammengefügt, und mit gleichem Vortheil kann man dazu oft die Mündung von Gläsern benutzen.

Zum Aufstellen der Tiegel beim Glühen und Schmelzen nimmt man am besten kegelförmige Untersätze aus feuerfestem gebrannten Thon, die mit ihrer breiteren Basis auf den Rost gestellt werden. Am gewöhnlichsten hilft man sich indessen mit einem umgekehrten hessischen Tiegel; öfters ist es nothwendig, hierbei einen Theil des Randes abzubrechen, weil ein solcher Untersatz nicht über zwei Zoll hoch sein darf, und Tiegel von dieser Höhe im Boden doch selten breit genug sind, um darauf mit Sicherheit andere Tiegel stellen zu können. Auch aus Stücken von zerbrochenen grösseren Graphittiegeln kann man sich sehr gut solche Untersätze formen.

Vacuum, — der leere Raum unter dem ausgepumpten Recipienten einer Luftpumpe. Er ist niemals vollkommen

luftleer, muss aber doch so luftfrei erhalten werden können, dass der Barometerstand darin nicht mehr als $^1/_8$ Zoll Höhe beträgt. Das *Torricellische Vacuum* (T. Leere) ist der leere Raum im Barometer, der zwar absolut luftfrei ist, aber etwas gasförmiges Quecksilber enthält.

Vorlage — wird das Gefäss genannt, welches bei Destillationen an den Retortenhals gefügt wird, und worin das Ueberdestillirende aufgefangen werden soll. Die Vorlagen können von verschiedener Form sein, am gewöhnlichsten nimmt man dazu Kolben. Die *einfache Vorlage*, Fig. 16 Taf. VII., ist eine in einen Hals ausgehende Glaskugel, welcher ersterer an der Mündung etwas erweitert ist. Die *tubulirte Vorlage*, Fig. 17, ist wie die vorhergehende, ausser dass auf die Kugel ein Flaschenhals mit eingeschliffenem Pfropf aufgesetzt ist. Sie wird unter andern in den Fällen gebraucht, wo bei Destillationen gasförmigen Stoffen, ein Ausgang gelassen werden soll. Fig. 18 zeigt eine Vorlage, die in solchen Fällen gebraucht wird, wo von ungleichen Perioden der Destillation das Destillat einzeln aufgefangen werden soll. Sie ist am Boden mit einer geraden Röhre versehen, die durch einen konischen Kork geht, welcher in den Hals mehrerer Flaschen passt. Das Destillat sammelt sich in der Flasche an, und man hat nur diese von Zeit zu Zeit zu wechseln, um das Destillat in einzelnen Antheilen zu bekommen.

Die sogenannte *Florentiner Vorlage* sieht man in Fig. 19. Von ihrem Gebrauche bei der Destillation flüchtiger Oele war im Th. VI. p. 577 die Rede. *A* ist eine konische, nach unten erweiterte und am Boden tubulirte Flasche. In den Tubulus wird vermittelst eines Korks die gebogene Glasröhre *BC* eingesetzt. Während der Destillation fliessen Oel und Wasser gemeinschaftlich bei *D* ein, scheiden sich aber allmählig wieder, indem sich das Oel über dem Wasser ansammelt. Wenn in *A* die Höhe der ganzen Flüssigkeit die Höhe der Röhre *BC* übersteigt, so fliesst das Wasser durch *C* ab, so dass das Niveau in *A* dann unverändert bleibt. Dieses Wasser wird dann in einem unter *C* gestellten Gefässe *E* aufgefangen. Die Erweiterung des Gefässes *A* macht es möglich, dass das Wasser so lange stehen bleibt, dass das Oel sich darauf abscheiden kann, und dass nur klares Wasser durch *C* ausläuft.

In Ermangelung einer solchen Vorlage bedient man sich einer gewöhnlichen Flasche mit weiter Oeffnung, in welcher ein Kork sitzt, der zwei Löcher hat. Durch das eine geht, wie Fig. 34 Taf. VII. zeigt, ein Trichter, dessen Röhre sogleich unter dem Kork endigt, durch das andere geht ein Heber, dessen längster Schenkel bis auf den Boden der Flasche reicht, während der kürzere aussen steht und ungefähr in $^2/_3$ der Höhe der Flasche endigt. Wenn die Flasche anfängt mit Wasser und flüchtigem Oel gefüllt zu werden, saugt man an dem äusseren Schenkel, der dann das Wasser von dem Boden der Flasche abhebert, bis der Druck in der Flasche mit der Höhe der Wassersäule in dem äusseren Schenkel in's Gleichgewicht kommt. Das Rohr darf nicht besonders weit sein, wodurch man den Vortheil hat, dass das Wasser darin stehen bleibt, nachdem es auszufliessen aufgehört hat, und dass, wenn wieder mehr Flüssigkeit in die Flasche kommt, eine entsprechende Quantität von Wasser durch das Rohr austropft, welches in einem untergesetzten Gefäss aufgefangen wird. Sobald die Oelschicht so bedeutend geworden ist, dass sie der Oeffnung des Hebers in der Flasche nahe kömmt, muss diese gewechselt werden. Die Idee zu dieser Vorlage gehört Reiser an.

Eine noch zweckmässigere Einrichtung dieser Vorlage ist von Wöhler angegeben worden. Man nimmt dazu, wie beistehende Figur zeigt, eine weithalsige Flasche von beliebiger Grösse, versehen mit einem mit zwei Löchern durchbohrten Kork. Durch das eine geht, bis auf den Boden der Flasche, eine gerade, etwa $^1/_4$ bis $^1/_2$ Zoll weite Glasröhre *ab*, die an dem unteren Ende *b* zu einer feinen Oeffnung ausgezogen ist. Durch das andere geht eine engere ungleichschenklige Röhre *cd*, deren längerer Schenkel in der Flasche unter dem Kork endigt. In die Oeffnung *a*, auf die man einen Trichter setzen kann, lässt man das Destillat, das Gemenge von Wasser und Oel, einfliessen, nachdem man auf den Boden der Flasche eine kleine Wasserschicht gegossen hat, so dass die Mündung von *ab* dadurch gesperrt

gesperrt wird. Es ist klar, dass das flüchtige Oel, vorausgesetzt, dass es leichter als Wasser ist, in der Röhre *ab* bleibt, während das Wasser durch *b* in die Flasche tritt und zuletzt aus *cd* ausfliesst. Die Röhre *cd* wirkt nur so lange als Heber, als der Stand der Flüssigkeit in *ab* höher ist, als die Mündung *d*. Sobald die Flüssigkeit in *ab* in gleicher Linie steht mit *d*, hört das Ausfliessen auf. Wollte man die Schenkel der Röhre *cd* umgekehrt anwenden, so würde sie natürlicherweise als Heber wirken und es würde das ganze Oel in *ab* herab und durch *b* in die Flasche gedrückt werden. Dieser Apparat gewährt ausserdem den grossen Vortheil, dass man nach beendigter Destillation die Röhre *ab* mit dem Oel herausnehmen kann, indem man *a* luftdicht verschliesst. Es ist dann sehr leicht das Wasser durch Ausfliessen aus der feinen Oeffnung *b* vom Oel zu scheiden. Er ist besonders bei Destillationen im Kleinen, mit Anwendung des p. 243 beschriebenen Kühlapparats, sehr brauchbar. Bei grösseren Destillationen kann man statt der Röhre *ab* einen Scheidetrichter einsetzen.

Vorstoss, — eine Art Vorlage, die bei den Scheidewasserbrennereien gebraucht wurde und die Form von Fig. 20 Taf. VII. hatte. Es wurden mehrere solcher hinter einander gelegt, und das Rohr des einen in die weitere Mündung des anderen eingekittet. Auf diese Weise lagen sie auf einer geneigten Ebene, und jeder einzelne enthielt eine kleine Menge Wassers, welches zur Absorption der dampfförmig übergehenden, rothen rauchenden Säure bestimmt war.

Waage, wägen. — Eines der wichtigsten chemischen Instrumente ist die Waage. Von einer guten Waage und einem richtigen Gebrauche derselben hängt gänzlich der Erfolg einer jeden analytischen Untersuchung ab. Ich werde hier in der Kürze aus einander setzen, welche hauptsächliche Anforderungen man an eine gute Waage zu machen hat. Es sei Figur 21 Tafel VII. der Waagbalken einer gewöhnlichen Waage, und *AB* die gerade Linie, die durch seinen Schwerpunkt *C* geht, durch welchen die Linie *DE* senkrecht auf *AB* gezogen ist. Denkt man sich nun durch den Punkt *C* eine andere gerade Linie rechtwinklig auf die Ebene, worin *AB* und *DE* liegen, um die, wenn sie waagrecht gelegt wird, die Waage sich, wie um eine Achse,

drehen kann, so kann wohl der Waagbalken, wenn er in eine waagrechte Stellung gebracht wird, darin bleiben. Allein er kann auch jede beliebige andere Stellung und Neigung annehmen und so lange darin bleiben, als er nicht daraus bewegt wird; weil, da die Bewegungs-Achse durch den Schwerpunkt geht, die Schwere auf allen Seiten herum gleich vertheilt ist.

Lässt man aber eine solche Achse durch den Punkt *D* oder einen anderen Punkt auf der Linie *CD*, oberhalb dem Punkte *C*, gehen, so nimmt die Waage sogleich eine waagrechte Stellung an, und bekommt dieselbe, wenn man sie daraus verrückt hat, nach einigen Schwankungen auch bald wieder, weil alsdann der Schwerpunkt *C* als eine auf der Linie *DC* vom Punkte *D* aufgehängte Pendelkugel betrachtet werden kann. Je weiter der Abstand zwischen *C* und *D* ist, um so schneller nimmt die Waage die horizontale Stellung an, und um so grössere Kraft oder Belastung ist auf einem ihrer Arme nöthig, um sie daraus zu bringen; je näher dagegen diese Punkte einander stehen, um so kürzer wird das vom Schwerpunkt gebildete Pendel und um so leichter beweglich.

Würde man dagegen eine solche Achse, wie die vorhergenannte, durch den Punkt *E* oder einen anderen Punkt auf der Linie *CE*, unterhalb *C*, gehen lassen, so könnte man wohl für einen Augenblick der Waage eine horizontale Stellung geben, wenn man den Punkt *C* in vollkommen senkrechter Richtung über den Punkt *E* gebracht hätte, indem dadurch der Schwerpunkt unterstützt und von *CE* getragen wird; allein die kleinste Abweichung davon oder Bewegung nach einer Seite hin, wodurch der Schwerpunkt seitwärts gerückt wird, bewirkt, dass er alsdann nicht mehr unterstützt ist und mit der Waage auf die Seite fällt.

Hieraus geht hervor, dass der Aufhängepunkt oder das Centrum oscillationis einer Waage nicht in ihren Schwerpunkt, und noch weniger unter denselben, gesetzt werden darf; sondern dass dieser Punkt, wenn die auf beiden Armen gleich belastete Waage in gehöriger waagrechter Stellung soll bleiben können, stets über den Schwerpunkt des Waagbalkens gesetzt werden muss; und dass je empfindlicher und für das geringste überschüssige Gewicht auf dem einen Arme

beweglicher man die Waage haben will, um so mehr diese beiden Punkte einander genähert werden müssen, bis nur auf eine solche Entfernung, als gerade erforderlich ist, die Waage stets waagrecht stehen zu lassen.

Allein es ist nicht genug, dass nur der Aufhängepunkt der Waage eine gewisse Lage in Beziehung auf den Schwerpunkt des *Waagbalkens* habe (denn jener ist veränderlich nach den Gewichten, womit die Waage beschwert wird), sondern es ist eben so wesentlich, dass die beiden Suspensionspunkte an den Enden des Waagbalkens, an denen die Waagschaalen aufgehängt werden, gehörig und genau gewählt werden. Dass sie in genau gleichen Abstand von dem Hypomochlion der Waage zu setzen sind, ist leicht einzusehen; allein sie können auch gesetzt werden entweder in gerade Linie mit diesem Punkt, oder in eine Linie, die über demselben liegt oder unter denselben fällt.

Es liegt die Linie jener Suspensionspunkte unter dem Aufhängepunkt: A und B, Fig. 22, sollen die Suspensionspunkte der Waagschaalen vorstellen, O den Aufhängepunkt, und C den Schwerpunkt des Waagbalkens, wenn er unbelastet ist, und die Punkte A und B keine andere Schwere haben, als die in C gesammelt liegt. In dem Maasse, als nun die Waage belastet wird und die Punkte A und B dadurch schwerer werden, wird der Schwerpunkt des Ganzen unter C gerückt, und indem zuletzt die eigne Schwere des Waagbalkens unbedeutend wird, im Vergleich mit den auf die Endpunkte gelegten Gewichten, nähert sich der Schwerpunkt der Linie AB, und bekommt zugleich eine längere Pendelstange und eine grössere Schwere, wodurch die Waage um so träger wird, je mehr man sie belastet.

Es liegt die Linie der Suspensionspunkte über dem Aufhängepunkt: Es seien A und B, Fig. 23, die Suspensionspunkte, O der Aufhängepunkt und C der Schwerpunkt des Waagbalkens, in unbelastetem Zustand. In dem Maasse, als nun die Waage belastet wird und die Punkte A und B schwerer werden, wird der Schwerpunkt über C hinaus und näher an O gerückt, und die Waage wird empfindlicher. Wird aber die Last vermehrt, so geht dieser Punkt auch über O hinaus, und die Wage kann alsdann nicht mehr waag-

recht stehen, sie bleibt auf jeder Seite, nach der man sie senkt, liegen, sie wird also unbrauchbar.

Liegen dagegen die Waagschaalenpunkte in derselben geraden Linie mit dem Aufhängepunkt, so nähert sich wohl der Schwerpunkt bei Vermehrung der Last dieser Linie, er kann aber niemals bis ganz auf sie oder über sie hinaus fallen. Es könnte zwar scheinen, als ob hierdurch die Waage um so empfindlicher werde, je mehr man sie belastete; allein die Vermehrung der Reibung in allen Bewegungspunkten und die, wiewohl unmerkliche, Biegung des Waagbalkens bei Vermehrung des Gewichts heben dieses wieder auf.

Eine gute Waage muss ausserdem eine, der höchsten Last, die sie zu tragen bestimmt ist, entsprechende Stärke und Steifheit haben, aber doch nicht grössere Masse und Schwere, als hierzu erfordert wird.

Diese Bedingungen alle zugleich zu erfüllen, ist stets mit grossen Schwierigkeiten verknüpft gewesen, und nur aus den Werkstätten der besten Instrumentenmacher waren zu sehr hohen Preisen Waagen zu erhalten, die zu chemischem Behufe brauchbar waren. Durch eine sehr einfache, von Gahn erfundene und ausgeführte Methode in der Construction des Waagbalkens sind indessen diese Schwierigkeiten nun gehoben worden, so dass ein jeder, nur einigermaassen geschickte Arbeiter in Metall eine den Forderungen und dem Gebrauche des Chemikers vollkommen entsprechende Waage herstellen kann. Auch sind die meisten Chemiker Schwedens mit solchen, nach Gahn's Principien von inländischen Instrumentenmachern verfertigten, ausgezeichnet vortrefflichen Waagen versehen. Gahn hatte die Güte, mir die folgenden, von ihm aufgesetzten Bemerkungen über die Construction seiner Waage zur Benutzung an diesem Orte mitzutheilen:

„Da von einer sicheren und empfindlichen Waage nothwendig erfordert wird: 1) dass die drei Waagpunkte genau in einer geraden Linie liegen; 2) dass beide Arme genau gleich lang sind; so ist leicht einzusehen, welche Schwierigkeiten sich entgegenstellen würden, wenn diese Bedingungen, von denen doch nicht das Mindeste nachgelassen

werden darf, bei der gewöhnlichen Einrichtung der Waagbalken, wie Fig. 21, genau erfüllt werden sollen.

In Betreff der richtigen Legung der Waagpunkte sucht man wohl dieselben nach einem gespannten Haar oder einem einfachen Seidenfaden zu richten; allein da die Richtung zu gleicher Zeit auf beiden Seiten der Waage vorgenommen werden muss, da von den Waagpunkten der eine mit seiner Schneide ausserhalb des Waagbalkens und nach unten gewandt liegt, und die beiden innerhalb desselben nach oben gewandt und mehrentheils ausgehöhlt sind; da es ferner schwer ist, das Auge so zu stellen, dass das gespannnte Haar (welches nicht überall gleich dicht bis an die Schneiden der Waagpunkte heran kann) eine sichere Richtung gibt, so ist es einleuchtend, dass es ein besonderer Glückszufall sein würde, wenn man durch eine solche Richtung sogleich den gesuchten Zweck erreichte. Auch kann man nicht mit blossem Auge sehen, ob er erreicht ist, sondern es muss dies durch Wägungsversuche ausgemittelt werden.

Hinsichtlich der gleichen Länge der Arme des Waagbalkens sucht man wohl sie mit den feinen Spitzen eines Zirkels abzumessen; allein theils ist es schwierig, mit Genauigkeit die kleinsten Maass-Abtheilungen zu nehmen, theils noch schwieriger, hiernach genau die Schneiden einzupassen. Wenn bei einer Waage von 12 Dezimalzoll Länge, oder deren Arme jeder 6 Zoll lang ist, der eine um $^1/_{100}$ Zoll länger als der andere geworden ist, was sehr leicht geschehen und von dem Auge kaum entdeckt werden kann, so gibt diese Waage, wenn 60 Loth darauf gewogen werden, nicht weniger als $^1/_{10}$ Loth falschen Ausschlag. Nur durch Wägungen also kann eine Waage in dieser Hinsicht untersucht werden.

Hat man nun gefunden, dass der mittelste Waagpunkt entweder über oder unter der Linie der beiden Endpunkte liegt, so sucht man gewöhnlich, entweder durch Biegung der Arme oder durch passendes Hämmern, die Endpunkte höher hinauf oder tiefer herunter zu rücken. Allein ausserdem, dass man hierbei die Länge der Arme leicht verändert, sieht man wohl, zu wie langsamem und unsicherem Suchen dies Veranlassung geben würde.

Hat man den einen Arm länger als den andern gefunden, so versucht man gewöhnlich, entweder durch leichte Hammerschläge den kürzeren zu strecken, oder den einen Endpunkt durch Ausfeilen der Hülse, in die er eingesetzt ist, zu verrücken, oder eine neue Schneide einzusetzen, die der Seite, wo es erforderlich ist, sich mehr nähert. Aber hierbei läuft man stets Gefahr, von der geraden Linie der Waagpunkte abzuweichen. Dasselbe ist der Fall, wenn man, um die in der Gleichheit der Arme fehlende letzte Haarbreite zu gewinnen, durch gelindes Schleifen auf der einen Seite einer der Schneiden, diese nach der entgegengesetzten Seite zu rücken sucht.

Um alle diese Unsicherheiten zu vermeiden und zugleich, um die Verfertigung so wenig wie möglich auf Hand-Geschicklichkeit und Augenmaass beruhen zu lassen, gibt man dem Waagbalken die Einrichtung wie Fig. 24 u. 25, welche denselben von der Seite und von oben gesehen zeigen. Die Linie *AB* muss eine vollkommen gerade Linie sein. Dies zu erlangen, wird sie zuerst neben einem geraden eisernen Lineal gerade und fein gefeilt, bis sich zwischen beiden, wenn man sie gegen einander hält, mit dem Auge kein Fehler wahrnehmen lässt. Darauf wird sie gegen 2 oder 3 zuvor zusammengeschmirgelte längere stählerne Lineale zusammengeschmirgelt, die alle 3 oder 4 gegenseitig mit einander abwechseln, zur Vermeidung aller ungleichförmigen und grösseren Abnutzung auf einzelnen Stellen, wodurch die Zuverlässigkeit der geraden Linie vermindert werden könnte.

Ist man nun sicher, dass die obere Seite des Waagbalkens eine gerade Linie bildet, so werden an den Enden die beiden Waagpunkte eingeschnitten und eingepasst, so dass die Schneiden davon genau in der Linie *AB* liegen, was man leicht controlirt, wenn man eines der erwähnten gerade geschmirgelten Lineale darüber legt. Sollte man finden, dass eine der Schneiden in geringem Grade über der Linie läge, so lässt sich diesem zuweilen leichter durch Abschmirgelung auf beiden Seiten, als durch tiefere Einschneidung in den Waage-Arm abhelfen.

Nachdem an den beiden Enden die Waagpunkte eingesetzt und justirt sind, wird mitten zwischen beiden mit aller

möglichen Genauigkeit die Linie *CD* abgemessen. Der mittelste Waagpunkt *a*, oder das Centrum oscillationis der Waage wird, in seine Fassung *bd* mit seiner Schneide eingesetzt (die genau die Linie *AB* berühren muss, aber weder über derselben liegen, noch unter dieselbe gedrückt werden darf), so genau wie möglich mitten darüber eingepasst, wobei es jedoch nicht leicht möglich ist, sogleich die rechte Stelle zu treffen. — Die Fassung *bd*, mit länglichen Löchern für die Schrauben *ef* versehen, mit denen sie auf den Waagbalken festgeschraubt wird, wird nun aufgeschraubt, jedoch nicht zu stark und fest; und mittelst der schwersten Gewichte, die die Waage zu tragen bestimmt ist, wird untersucht, welcher der Arme zu lang, und um wie viel er ungefähr zu lang ist. Wie schon oben erwähnt wurde, macht, bei einer Waage mit 6 Zoll langem Arm, $^1/_{100}$ Zoll Unterschied in der Länge und bei einer Belastung von 60 Loth auf jedem Arm, $^1/_{10}$ Loth Unterschied im Gewicht, also mit 30 Loth Belastung $^1/_{20}$ Loth, mit 15 Loth $^1/_{40}$ Loth Unterschied, u. s. w. — Glaubt man nicht durch sichtbare Verrückung der Fassung diesen Fehler berichtigen zu können, so versucht man durch leichte Hammerschläge, die man mittelst eines ganz kleinen Hammers auf die Enden der Fassung, entweder unmittelbar oder auf ein dazwischen gehaltenes Stück hartes Holz gibt, dieselbe auf ihre richtige Stelle zu bringen. Mit einiger Geschicklichkeit lässt sich dieses ganz gut in weniger als einer Stunde ausrichten. Darauf werden die Schrauben angezogen und so die Fassung mit aller Kraft befestigt; die Waage aber nachher doch noch einmal untersucht, ob nicht durch das Anziehen der Schrauben die Fassung und der darin befindliche Waagpunkt verändert worden ist, in welchem Falle dies wieder zu berichtigen wäre.

Alle Waagpunkte müssen aus gutem und stark gehärtetem Stahl gemacht und nach dem Härten auf Stahlflächen geschmirgelt werden, um ihre Schneiden vollkommen geradlinig zu machen.

Die Endachsen können entweder die Gestalt eines dreiseitigen Prisma's mit Winkeln von 60° haben, wie *a* Fig. 26, oder, wenn man es der Stärke wegen für sicherer hält, wie *b*. Wird die Schneide, wie es mehrentheils geschieht,

wie *c* ausgeschweift, so wird zwar dadurch der Aufhängehaken, an dem die Schaalen aufgehängt werden, stets sicherer in der Mitte gehalten, allein es wird dann viel schwerer, diesen Mittelpunkt genau in die Linie *AB* einzurichten. Ausserdem hat man jedenfalls bei jeder Wägung nachzusehen, dass keine Gegenreibungen an den Aufhängepunkten Trägheit verursachen.

Der Schneide des mittelsten Waagpunktes wird die Gestalt von *d* Fig. 26 gegeben, und darauf geachtet, dass die Linie *ef* durch Schmirgeln genau eine gerade werde.

Die Pfannen, auf denen die mittelste Schneide ruht, macht man besser aus Feuerstein oder Achat, als aus gehärtetem Stahl, und besser ganz eben, als cylindrisch ausgehöhlt. Man sieht genau nach, dass sie auf beiden Seiten der Waage in derselben Ebene liegen, was sich durch Spiegelung ihrer polirten Oberflächen leicht controliren lässt.

Die Haken, an denen die Schaalen aufgehängt werden, werden ebenfalls aus stark gehärtetem Stahl gemacht und inwendig gut polirt. Auch kann man sie aus Eisen machen und in dieselben eine Scheibe von gehärtetem Gussstahl oder Achat einsetzen, wie Fig. 27.

Dem Waagbalken selbst, der ebenfalls aus gutem Stahl verfertigt und gehörig kalt gehämmert ist, wird die Festigkeit und Stärke gegeben, die den grössten darauf zu wiegenden Gewichten entsprechen. In der Mitte wird die obere Fläche *AB* so breit gemacht, als zur sicheren Einrichtung und Aufschraubung des mittelsten Waagpunktes erforderlich ist, und dabei an den Enden so breit, wie es die freie Bewegung der Waagschaalenhaken verlangt. Von der oberen Fläche verschmälert sich dann der Wagbalken nach dem Punkte *D* Fig. 24 zu, wie der Durchschnitt Fig. 26 *CD* zeigt. Bei dieser Form bekommt der Waagbalken, ohne Vermehrung seiner Schwere, doch stets weit grössere Stärke und Unbiegsamkeit, als bei der gewöhnlich gebräuchlichen.

Die Schraubenlöcher für die Schrauben *ef* Fig. 24 werden gebohrt, wenn die Fläche *AB* erst nur gerade gefeilt, und ehe sie noch gerade geschmirgelt ist.

Wenn die in die Fassung *bd* Figur 24 eingeschraubte Zunge *mn* etwas stark gemacht und mit feinen Schraubengängen versehen wird, so lässt sich darauf eine kleine be-

wegliche Kugel anbringen, dazu bestimmt, den Schwerpunkt der Waage auf die richtige Stelle zu setzen.

Eine leichtere Art der Construction ist, die obere Fläche des Waagbalkens überall gleich breit zu machen, die Schneiden der Endpunkte ausserhalb der Waagarme fallen, und die Haken, an denen die Schaalen hängen, über diese Schneiden auf beiden Seiten des Waagbalkens fassen zu lassen, wie Fig. 28 zeigt. Allein hierbei läuft man Gefahr, die Schneiden nicht vollkommen winkelrecht gegen den Waagbalken einzusetzen. Jedoch sind auch auf diese Weise sehr gute und sichere Waagen verfertigt worden.

Eine sichere, wiewohl etwas kostbarere Art, ohne vieles Probiren die Länge der beiden Waagarme sogleich zu justiren, besteht darin, dass man die beiden Endstücke beweglich macht, indem man sie in Hülsen einsetzt, die mittelst Schrauben vor- und rückwärts beweglich sind. Wenn die Fläche einer solchen Hülse auf der geraden Linie *AB* des Waagbalkens ruht, welcher nur einen so langen Einschnitt hat, als die Schneiden bewegbar sein sollen, so ist dies leicht zu bewerkstelligen, ohne dass die Schneiden bei der Fortbewegung von dieser geraden Linie abweichen. Schrauben mit 50 Gängen auf einem Zoll sind für eine solche Fortrückung noch hinreichend dick und stark darstellbar. — Würde man nur e i n e solche Schraube an dem einen Ende der Waage gebrauchen, so würde, nach dem, was oben bemerkt wurde, die Fortbewegung um jede einzelne Umdrehung der Schraube einen Gewichts-Unterschied von nicht weniger als $^2/_{10}$ Loth ausmachen, wenn die Waage mit 60 Loth belastet und jeder Arm 6 Zoll lang wäre; wodurch sich also die Unbrauchbarkeit dieser Einrichtung ausweist. Darum müssen die Endschneiden zu gleicher Zeit fortgerückt werden, und die Schraube der einen auf den Zoll einen Gang weniger haben, als die andere. Hat die eine Schraube auf einen Zoll 50 Gänge, und die andere 51, und werden beide gleich viel gegen einander gedreht, so dass beide Schneiden zugleich um eine Schraubenwindung vor oder zurück bewegt werden, so bewirkt diese Fortrückung nur $^1/_{2550}$ Zoll Unterschied in der Länge der beiden Arme. Und wenn folglich durch Stellung der einen oder der beiden Schrauben die Waage so weit wie möglich justirt ist, und

man genau beobachtet hat, um wie viel der eine Arm mehr zieht als der andere, so ist leicht durch Rechnung zu bestimmen, um wie viel ganze oder halbe, oder noch weniger Umdrehungen beide Schrauben gedreht werden müssen, um die Justirung vollkommen zu haben, und stets hat man die Befriedigung, den Ausschlag genau damit übereinstimmend zu finden.

Diese Methode, zwei Schrauben zu gebrauchen, die auf eine gleiche Länge eine ungleiche Anzahl von Gängen haben, ist überhaupt oft von grossem Vortheil, wo eine kleine Bewegung mit Sicherheit bewirkt, oder grosse Wirkung durch geringe Kraft hervorgebracht werden soll, und ist auf mannichfaltige Weise als ein sehr mächtiges Hebewerkzeug anwendbar.

Wenn man jeden Arm der Waage in 10 gleiche Theile eintheilt und diese noch halbirt, so erlangt man dadurch die Bequemlichkeit, dass nach dieser Eintheilung, wie auf einer Schnellwage, kleine Gewichte auf die Arme gehängt werden können, wodurch man, mit weit geringerem Zeitverlust, fast genau das Gewicht der zu wägenden Substanz erfährt, und dadurch weiss, welche Gewichte zur völligen Justirung auf die Schaale zu legen sind. Diese beweglichen Gewichte macht man sich aus vergoldetem oder unvergoldetem Silberdrath von verschiedener Dicke, und biegt sie ungefähr wie ein ∩. Sie sind leicht abzumessen und zu justiren, wenn man sich ein grösseres Stück Drath abgewogen hat.“ —

Die von Gahn construirte Waage hat seitdem noch eine weitere Verbesserung bekommen und dadurch einen hohen Grad von Vollkommenheit erlangt. Diese Verbesserung besteht darin, dass die Schaalen nicht an Haken aufgehängt werden, sondern auf Scheiben von geschliffenem Feuerstein, die so gefasst sind, dass sie bei Regulirung und Stellung der Waage von einem Arm gefasst werden, der sie etwas über die Schneide hinaus hebt und sie wieder auf dieselbe Stelle zurücklegt. Dadurch wird dem Uebelstande vorgebeugt, der durch Mangel im Parallelismus der Achsen verursacht wird, dass nämlich die in's Gleichgewicht gestellte Waage dasselbe wieder verliert, wenn eine der Schaalen bewegt und dadurch die Lage des Hakens ver-

ändert wird. Dabei wird zugleich durch diese Scheiben die Empfindlichkeit der Waage auf eine Weise vermehrt, die fast alle Erwartungen übersteigt. Figur 29 *A* zeigt diese Aufhänge-Methode, und *B* die Einfassung der Feuersteinscheibe mit ihren hervorstehenden Flügeln *CC*, die Einschnitte haben, in die der regulirende Arm beim Aufheben untergreift. Die Regulirung der Waage werde ich hier nicht beschreiben; das Wesentlichste dabei ist, dass man, vermittelst eines gezahnten Rades einen doppelten Arm in Bewegung setzt, der zu gleicher Zeit die Waage aus den Pfannen, und die Aufhängescheiben von den Endachsen aufhebt, und sie bei Drehung des Rades in entgegengesetzter Richtung genau wieder auf dieselbe Stelle niederlegt; so dass jede geschehene Aenderung in ihrer relativen Lage durch Hebung und behutsame Niederlegung des Waagbalkens berichtigt wird.

Zu chemischem Behuf wird bei einer Waage ganz besonders Empfindlichkeit erfordert. Zuweilen bekommt man eine alte Waage billig zu kaufen, die zwar dieser Forderung entspricht, aber nicht ganz richtig ist. Eine solche ist dessen ungeachtet zu chemischen Analysen brauchbar, wenn man die zu wägende Substanz stets auf dieselbe Seite legt; denn wenn sie auch alsdann nicht vollkommen den aufgegelegten Gewichten entspricht, so bleibt sich doch der Fehler stets proportional, und ist dann für das Resultat der Analyse ganz ohne Einfluss. Wäre z. B. der eine Arm um $^1/_{1000}$ länger als der andere, so halten 999 Gewichtstheile auf diesem Arm 1000 Gewichtstheilen auf dem anderen das Gleichgewicht, und dies bleibt sich gleich, es mögen diese Gewichtstheile sehr klein oder gross sein. Ich pflege, wiewohl die Waage, deren ich mich bediene, vollkommen richtig ist *), das Gewicht stets zur Rechten, und den zu wiegenden Körper zur Linken zu legen; es hat dies auch den mechanischen Vortheil, bequemer zur Hand zu stehen, da die Auflegung der Gewichte in der Regel mit der rechten Hand geschieht. Handelt es sich darum, absolut genau zu

*) Das heisst, wurde bei der Justirung mit 50 Loth auf jeden Arm um nicht mehr als ein 4,200,000 Theil vom Gewicht unrichtig befunden.

wiegen, so wiegt man blos auf dem einen Arm. Der zu wiegende Körper wird auf die eine Schaale, z. B. auf die linke, gelegt, und alsdann die Gewichte auf die rechte, bis die Wage in vollkommenem Gleichgewicht steht; allein statt der Gewichte kann man hierzu auch Schrotkörner, Spritzkupfer u. dgl. anwenden, da es sich nur um ein Gegengewicht handelt. Ich nehme hierzu gewöhnlich einen Satz weniger genauer, und also weniger theurer Gewichte, weil man damit viel schneller das Gleichgewicht bekommt. Alsdann wird der Körper von der Schaale abgenommen und an seiner Stelle Gewichte aufgelegt, bis zur vollkommenen Herstellung des Gleichgewichtes. Es ist klar, dass diese Gewichte das richtige Gewicht des Körpers angeben, weil sie auf denselben Arm genommen sind und derselben Schwere auf dem anderen Arm das Gleichgewicht halten. Bei sehr genauen Versuchen, z. B. bei Bestimmung von Atomgewichten, muss man stets auf diese Weise wiegen. Allerdings ist dazu viel Zeit erforderlich; doch gibt es eine ziemlich leichte Methode, dieselbe zu verkürzen. Sie besteht darin, dass man sich auf der linken Schaale ein Gegengewicht hält, welches schwerer ist, als das, was man auf der anderen zu wiegen hat, und dass man das Gewicht bestimmt, welches auf die rechte Schaale gelegt wird, um die Waage in's Gleichgewicht zu bringen. Wenn man nun auf dem rechten Arm wiegt, sieht man nach, wie viel zugelegt werden muss, um das Gleichgewicht herzustellen, und findet dadurch das Gewicht des Körpers. Hierdurch wird es ganz entbehrlich, in derselben Reihe von Wägungen für jede einzelne das Gleichgewicht zweimal zu suchen.

Zur Bestimmung von Milligrammen und Brüchen davon, nehme ich als kleinstes Gewicht 5 Milligramm, und einen 5 Milligramm schweren Drath zum Aufhängen auf den in 10 Theile eingetheilten Arm.

Ein pulverförmiger Körper, der einer analytischen Untersuchung unterworfen werden soll, muss in dem Gefäss gewogen werden, worin er aufgelöst oder gebrannt werden soll; es muss also zuvor der Tiegel oder das Glasgefäss auf der Waage in's Gleichgewicht gesetzt sein, und alsdann der zu zersetzende Körper eingewogen werden. Alle Versuche,

in Papier oder besonderen losen, auf der Waagschaale liegenden Schaalen zu wiegen, führen die Möglichkeit eines Verlustes durch Anhaften mit sich.

Zur Feststellung einer Retorte oder eines Kolbens auf der Waagschaale bedient man sich eines kleinen Cylinders von Messing, hartem Holz oder Glas, der um die Schnüre, von denen die Waagschaale getragen wird, angebracht ist, und der sich auf- und abwärts schieben lässt, so dass man vermittelst seines Herabschiebens den Abstand zwischen der Schaale und der Stelle, wo die Schnüre der Schaale zusammengehen, verkürzen kann.

Aus den schon im ersten Theile angeführten Gründen darf man pulverförmige oder poröse Körper nicht in feuchter Luft und offenen Gefässen wiegen. Wenn eine solche Wägung nothwendig ist, muss sie, nach vorhergegangenem Erhitzen, in einem Tiegel mit aufgelegtem Deckel oder in einem lose verschlossenen Glaskolben geschehen; denn anders enthalten sie mechanisch eingesogenes Wasser, oder sie saugen es während des Wägens ein. Auch darf man nicht einen Körper wiegen, der eben aus einem kälteren Raum in einen wärmeren kommt; ferner keinen Körper, der noch heiss ist, weil ein solcher in Folge des aufsteigenden Luftstroms leichter scheint, als er wirklich ist. Pulverförmige Körper, die gewogen werden sollen, müssen in dem Gefässe, worin dieses geschehen soll, getrocknet und darin, bei aufgelegtem Deckel, unter einer Glasglocke neben einer Schaale mit concentrirter Schwefelsäure erkalten gelassen werden, worauf man ihr Gewicht so schnell wie möglich nimmt. Auf die Waage darf man nicht unmittelbar das Sonnenlicht fallen lassen, weil die dadurch entstehende ungleichförmige Erwärmung ein falsches Resultat veranlasst. Während des Wägens muss die Waage vor allem Luftzug geschützt sein, und daher in einem Gehäuse stehen, das mit einer Glasthüre oder einem gläsernen Schieber versehen ist, den man bei Beobachtung des Gleichgewichts zumacht.

Ein Chemiker, der zuweilen Reisen macht, auf denen er in den Fall kommen kann, Untersuchungen anzustellen, hat eine tragbare Waage nöthig. Eine gute Waage führt man nicht gern mit sich, da sie so leicht einer Beschädigung

ausgesetzt ist, und sie bei ihrer Verpackung einen grossen Raum einnimmt. Als portative Waage verdient vor allen anderen Tralles's Senkwaage, Fig. 30, empfohlen zu werden. Man justirt sie bei jedesmaligem Gebrauche, und sie kann nur richtige Resultate geben. Auf ein kleines hölzernes Gestell, welches zusammenlegbar ist, und dessen nähere Einrichtung die Figur deutlich genug zeigt (oder auch auf einen besonderen Arm, der an dem Gestell der Löthrohrlampe angebracht werden kann), stellt man ein gewöhnliches Trinkglas voll Wasser, welches letztere rein oder mit Salz, Alkohol u. s. w. vermischt ist. In dasselbe wird die eiförmige Kugel *A* eingesenkt; sie hat die Grösse eines Hühnereies, ist aus Messingblech gemacht und oben mit einem polirten, feinen, geraden Messingdrath *cb* versehen, der luftdicht darauf gelöthet ist und an einer Stelle ein Zeichen *g* hat, bis zu dem die Kugel beim Wägen in die Flüssigkeit eingesenkt werden muss. Dieser Drath wird von einem Loch in dem messingenen Arm *BDE* aufgenommen, in welchem Loch er mittelst der Schraube *B* höher und niedriger stellbar ist. *BDE* ist aus dünnem Messingblech verfertigt, aber stark genug, um nicht von dem Gewicht gebogen zu werden, welches zur Einsenkung der Kugel bis *g* erforderlich ist. An dem Ende *E* befindet sich ein Oehr, in das eine kleine Waagschaale *EF* eingehängt wird. Dieses Oehr ist so abgepasst, dass wenn das Gewicht auf *F* gebracht wird, das Ganze aufrecht steht. Man belastet nun die Schaale, bis dass die Kugel bis zum Zeichen *g* gesunken ist. Vermittelst der Schraube *B* passt man es so ab, dass dies nur um ein Haarbreit von zu grossem Gewicht überschritten werden kann, indem dann der Arm *BD* auf den Rand des Glases zu liegen kommt. Um zu bestimmen, ob sich *g* in der Ebene der Flüssigkeitsfläche befinde, sieht man von unten herauf, geht mit dem Auge allmählig höher, bis alle Reflection von der unteren Oberfläche der Flüssigkeit verschwunden ist, und wenn man den Einschnitt bei *g* von der unteren Flüssigkeitsfläche, in deren Ebene sich alsdann das Auge befindet, geschnitten sieht, so ist der Punkt getroffen. Ueber der Fläche ist nichts mit Sicherheit zu bestimmen. Das aufgelegte Gewicht wird aufgezeichnet, und man kann nun alles wägen, was weniger wiegt, indem man beobachtet,

wie viel erforderlich ist, um *g* bis zur Oberfläche der Flüssigkeit einzusenken. Wenn man bei jedesmaliger Aufstellung der Waage das Gewicht bestimmt, welches zur Einsenkung derselben bis zu *g* erforderlich ist, so ist dies die ganze Justirung, die man zu machen nöthig hat.

Zu chemischem Behufe ist es fast gleichgültig, welches Gewicht man gebraucht, wenn nur die Abtheilungen desselben richtig sind; indessen bietet doch kein anderes Gewicht so grosse Bequemlichkeit dar. wie das nach dem Decimalsystem eingetheilte französ. Grammgewicht. Schon seit vielen Jahren bediene ich mich desselben, und die französischen Chemiker gebrauchen kein anderes. Auch in Deutschland ist es in ziemlich allgemeinen Gebrauch gekommen, nur in England scheint man ein Vorurtheil dagegen gefasst zu haben, und oft habe ich mit Verdruss sehen müssen, dass man in meinen und Anderer Abhandlungen das Grammgewicht in Gran verwandelt und dabei nicht selten Fehler in den Reductionen gemacht, ja selbst Gran für Gramm gesetzt, und die Decimalen für Zehntheile vom Gran genommen hat. Ein solcher übertriebener Nationalgeist ist für die Wissenschaft nachtheilig und darum tadelnswerth. Ich werde hier Einiges zur Vergleichung der verschiedenen, zu wissenschaftlichem Gebrauche dienenden Gewichte anführen.

In Schweden ist das Victualiengewicht das richtige und Hauptgewicht, welches allgemein im Handel und Verkehr gebraucht wird und stets gemeint ist, wenn kein anderes Gewicht angegeben ist. Als besondere Gewichte hat man ausserdem noch: das *Medicinalgewicht*, für die Apotheken und alle medicinischen Vorschriften, und das *Münzgewicht*, welches, nach einem alten Herkommen, seitdem das Schrot und Korn des Reiches festgesetzt wurde, auf der königlichen Münze bei Empfang und Ausprägung von Gold und Silber noch beibehalten wird. In Betreff der Verarbeitung der gröberen Metalle im Grossen, und ihres Transports im Lande, hat man von Alters her und bei dem Mangel an Kenntnissen in früherer Zeit, für fast jede Operation oder jede einzelne Behandlung der Metalle besondere Gewichte eingerichtet, die jedoch alle vom Victualiengewicht abgeleitet sind; so hat man Erzgewicht (für das Eisenerz), Roheisengewicht, Ham-

mergewicht, Rohkupfergewicht, Marktgewicht, die nur für die Fälle, wovon sie den Namen haben, gebraucht werden. Bei der Ausfuhr der fertigen Metalle und ihrer Abwägung zum Verkauf in's Ausland, hat man noch ein besonderes Gewicht, *Metallgewicht* oder *Stapelstadsgewicht* genannt, welches genau $^8/_{10}$ vom Victualiengewicht ausmacht; das Schiffpfund desselben kommt so nahe mit einem Hamburger Schiffpfund überein, dass im Handel zwischen beiden kein Unterschied gemacht wird.

Das *Victualiengewicht* wird eingetheilt in Loth, Pfund (Skålpund), Lispfund und Schiffpfund.

Ein Schiffpfund = 20 Lispfund = 400 Pfund oder Mark.
Ein Lispfund = 20 Pfund = 640 Loth.
Ein Pfund hat 32 Loth. Beim gewöhnlichen Gebrauche wird das Loth in $^1/_4$, $^1/_8$, $^1/_{16}$, $^1/_{32}$ etc. eingetheilt.

		Franz. Grammen.
1 Pfund Vict.-Gew. hat	8848 Ass Troygew. =	425,1225.
1 Lth. - - -	$276^1/_2$ — - =	13,285078.

Zu chemischem Behuf hat man dem Victualiengewicht eine Decimal-Eintheilung gegeben und es *Probirgewicht* genannt.

Das *Viertel-Loth* oder *Quentchen* hat man in 100 gleiche Theile eingetheilt, und hat das Quentchen Centner, und jeden $^1/_{100}$ Theil Probirmark genannt. Die Probirmark wird dann ferner in 32 Loth, und in halbe und Viertel-Loth eingetheilt. Hierdurch hat man eine fast eben so bequeme Decimal-Eintheilung vom Victualiengewicht, wie vom französischen Grammgewicht. Auf jeden Fall ist es aber in den Wissenschaften am besten, eine Art von Gewichten zu gebrauchen, und dadurch die, sonst zum gegenseitigen Verständniss nöthigen, beständigen Reductionen zu vermeiden.

		Prob. Mark.	Milligr.
1 Ctr. Prob.-Gew. =	$^1/_4$ Lth. Vict.-Gew. =	100 =	3321,269
10 - - - =	$2^1/_2$ - - - =	1000 =	33212,69
1 Pr. Mark =	$^1/_{400}$ Lth. - - - - =		33,2127
1 - Lth. =	$^1/_{12800}$ - - - - - =		1,0379

Das Medicinalgewicht wird in Libra, Unzen, Drachmen, Scrupeln und Gran eingetheilt.

1 Libra

											Ass Troy-Gew.		Loth Vict.-Gew.
1 Libra	=	**12 Unzen**	=	**96 Drachmen**	=	**280 Scrupel**	=	**5760 Gran**	=		7416	=	26,821
		1 -	=	8 -	=	24 -	=	480 -	=		618	=	2,23508
				1 -	=	3 -	=	60 -	=		$77^{1}/_{4}$	=	0,27938
						1 -	=	20 -	=		$25^{3}/_{4}$	=	0,09312
								1 -	=		$1^{29}/_{100}$	=	0,00465.

Ein Pfund Medicinalgewicht ist also fast gleich mit $26^{4}/_{5}$ Loth Victualiengewicht.

Und 1 Unze fast gleich mit $1^{1}/_{4}$ Loth Victualiengewicht.

Das *französische Gewicht* ist theils *altes*, das nur selten noch gebraucht wird, theils *neues*.

Die Eintheilung des *alten* ersicht man aus folgender Tabelle:

Livre.	Marc.	Ounce.	Gros.	Denier.	Gran.
1 =	2 =	16 =	128 =	384 =	9,216
	1 =	8 =	64 =	192 =	4,608
		1 =	8 =	24 =	576
			1 =	3 =	72
				1 =	24

Um diese mit schwedischen und anderen Gewichten vergleichen zu können, werde ich weiter unten eine vergleichende Tabelle der allgemeinsten europäischen Gewichte mit dem französischen Grammgewicht geben.

Das *neue Gewicht* hat den *Gramm* zur Einheit. Ein Gramm ist, was ein Würfel reinen destillirten Wassers, von ein Centimeter ($= 0^m,01$) Seite, bei der höchsten Dichtigkeit des Wassers, $+ 4^1/_3$, und im Vacuum wiegt. Er wiegt in schwedischem Victualiengewicht = 0,0752724 Loth, und in schwed. Medicinalgewicht $16^{16525}/_{100000}$ Gran oder $18^{82715}/_{100000}$ französische Gran.

Die Unterabtheilungen des Gramms sind: *Decigramm* = $^1/_{10}$ Gramm ($0^g,1$), *Centigramm* = $^1/_{100}$ Gramm ($0^g,01$), und Milligramm = $^1/_{1000}$ ($0^g,001$). Die Multipeln davon sind: *Decagramm* = 10, *Hectogramm* = 100, *Kilogramm* = 1000 und *Myriagramm* = 10,000 Grammen.

1 Gramm	=	. . . .		0,0752724	Loth.
10 -	=	. . . .		0,752724	-
100 -	=	. . . .		7,52724	-
1000 -	=	. . . . . .	2 Pfund	11,2724	-
10,000 -	=	1 Lispfund	3 -	16,724	-

Englische Gewichte gibt es mehrere. Die allgemeinsten sind das *aver dupoise*, welches allgemein im Handel, und das *Troygewicht*, welches von den Chemikern und in der Medicin gebraucht wird. Beide werden in Pfunde oder Libra, und diese wieder in Unzen und Drachmen u. s. w. eingetheilt.

Ein englisches Pfund, *aver dupoise*, enthält 9441 Ass Troygewicht und wird eingetheilt in 16 Unzen, wovon jede $437^1/_2$ Grän Troygewicht, also das ganze Pfund 7000 Grän Troygewicht enthält. Jede Unze wird in 16 Drachmen eingetheilt, allein diese Eintheilung wird niemals in wissenschaftlichen Schriften gebraucht, weil sie so leicht mit einer

Drachme Troygewicht zu verwechseln wäre, die mehr als doppelt so schwer ist (1 Drachme Troygewicht = 60 Gran, 1 Drachme a. d. p. = 27,37 Gran). *Das Pfund Troygewicht* = 7766 Ass Troygewicht, wird in 12 Unzen oder 5760 Gran getheilt, und wiegt 0,878052 schwed. Pfund. Zuweilen gebraucht man dieselbe Unterabtheilung der Unze, wie im schwedischen Medicinalgewicht, allein am meisten werden in wissenschaftlichen Schriften nur Gran gebraucht. Auch kommt manchmal die Unze in 24 Penny-Weight's eingetheilt vor, wovon dann jedes 24 Gran ist.

Eine englische Unze Troygewicht ist eine schwedische Unze und $27^{18}/_{100}$ Gran Medicinalgewicht; ein englischer Gran ist 1,0472 Gran schwed. Gewicht. Eine schwedische Unze ist $550^{7}/_{100}$ englische Gran, und ein englischer Gran ist 0,955 von einem schwedischen Gran. — Die zu wissenschaftlichem Behufe gebräuchlichen Gewichte anderer Länder kommen meistens in der Benennung und Eintheilung mit dem schwedischem Medicinalgewichte überein; mitunter werden aber auch Gewichte gebraucht, die das Pfund in 16 Unzen oder 32 Loth eingetheilt haben.

Folgende Vergleichung mit dem in Milligrammen ausgesetzten französischen Gewicht wird den Leser in den Stand setzen, nach Bedarf die hauptsächlichsten Gewichte auf beliebige andere der hier angeführten zu reduciren *).

			Milligrammen.
Amsterdam	1 Liber Med.-Gew. zu 12 Unzen	=	369003,3
	1 Pfd. Hand.-Gew. zu 16 Unzen	=	493926,2
Bern	1 Liber = 12 Unzen	=	356655,2
England	1 Lib. Troygewicht zu 12 Unzen	=	373135,3
	eine Unze	=	31094,61
	eine Drachme	=	3886,827
	ein Scrupel	=	1295,609
	ein Gran	=	64,78045
	1 Pfd. aver dupoise zu 16 Unzen	=	453614,6
Frankreich	1 Liber zu 16 Unzen	=	489506,2
	eine Unze von 8 Gros . . .	=	30594,11
	ein Gros von 72 Gran . . .	=	3824,264
	ein Gran	=	53,11478

*) Entnommen aus Baron v. Vega's oben bei *Maass* citirten Tabellen.

Hannover	1 Liber zu 12 Unzen	= 364919,3
	1 Pfund zu 32 Loth	= 486671,1
Nürnberg	1 Pfd. Hand.-Gewicht zu 32 Loth	= 509781,8
	1 Mark Münzgewicht zu 16 Loth	= 238442,6
Schweden	1 Liber zu 12 Unzen . . .	= 356318,7
	1 Pfd. Vict.-Gewicht zu 32 Loth	= 425122,5
Spanien	1 Liber zu 12 Unzen	= 345027,6
	1 Pfd. zu 16 Unzen	= 460293,1
Turin	1 Liber zu 12 Unzen	= 307502,8
	1 Pfd. Hand.-Gewicht 12 Unzen	= 369003,3
Deutschland	1 Liber zu 12 Unzen, 1½ Mark Nürnberger Münzgewicht .	= 357663,9
	eine Unze	= 29805,33
	eine Drachme	= 3725,662
	ein Scrupel	= 1241,889
	ein Gran	= 103,4907
Venedig	1 Liber zu 12 Unzen . . .	= 302025,3
	1 Pfd. peso grosso zu 12 Unzen	= 468172,9
Wien	1 Liber zu 12 Unzen . . .	= 480009,0
	eine Unze	= 35000,75
	eine Drachme	= 4375,094
	ein Scrupel	= 1458,365
	ein Gran	= 72,91823

	Eine Unze wiegt in Milligrammen.	Ein Gran wiegt in Milligrammen.
Bern	29721,47	61,91974
England	31094,61	64,78044
Frankreich	30594,11	53,11478
Genua	26425,57	55,05327
Hannover	30409,82	63,35380
Holland	30750,27	64,06306
Neapel	26734,01	55,69587
Piemont	25625,23	53,38589
Portugal	28684,23	59,75881
Rom	28267,48	58,89061
Spanien	28752,39	59,90081
Schweden	29693,76	61,86200
Deutschland	29805,33	62,09444
Venedig	25168,775	52,4349
Oestreich	35000,75	72,91823

Wanne — nennt man das Gefäss, worin bei Gasversuchen das Wasser oder Quecksilber, worüber das Gas aufgefangen werden soll, enthalten ist. *Quecksilberwanne*, siehe *Quecksilber-Apparat*. Die *Wasserwanne* wird am besten aus mit Blei ausgefüttertem Holz verfertigt, da auf diese Weise dem Ausrinnen vorgebeugt wird. Eine hölzerne Wanne muss wie Fassbinderarbeit gemacht werden. Am besten stellt man sie auf einen Fuss, der mit einer Einrichtung versehen ist, wodurch die Wanne nach Bedarf erhöht und erniedrigt werden kann.

Waschflasche, — siehe *Auswaschen*.

Weg, nasser und trockner. — Wenn man eine chemische Untersuchung durch Auflösung in einer Flüssigkeit veranstaltet, sagt man, dass sie auf *nassem Wege*, via humida, geschehe. Geschieht dagegen die Untersuchung durch Glühen oder Schmelzen im Feuer, so nennt man dies den *trocknen Weg*, — via sicca.

Windofen, — siehe *Oefen*.

Woulf'scher Apparat, — so genannt nach seinem Erfinder Woulf. Er besteht aus mehreren tubulirten Flaschen, und dient zum Hindurchleiten oder Aufsaugen von Gasen durch Flüssigkeiten. Die Flaschen werden so neben einander gestellt und mit einander verbunden, dass das Gas, welches vom Wasser der ersten Flasche nicht absorbirt wird, in die zweite geht, und was in dieser unabsorbirt bleibt, in die dritte geht, u. s. w. Taf. VII. Fig. 33 zeigt eine Abbildung dieses Apparats. Jede der Flaschen ist mit 3 Oeffnungen versehen, durch welche, vermittelst eingesetzter durchbohrter Korke, Glasröhren gehen. *ab* führt das Gas der einen Flasche in die Flüssigkeit der nächsten. Die Röhre *cd* ist eine Art Sicherheitsröhre; das Gas kann nicht durch dieselbe entweichen; entsteht aber in den Flaschen eine Zusammenziehung der Luft, so dringt Luft von Aussen durch diese Röhren ein, ohne dass die Flüssigkeit von einer Flasche in die andere zurückgesogen wird. Die zweischenklige Röhre *ab* pflege ich in der Mitte zwischen den Flaschen durchzuschneiden und sie mit einer Caoutschoucröhre wieder luftdicht mit einander zu verbinden, wodurch der

Apparat weniger zerbrechlich wird und besser zu handhaben ist. In Ermangelung tubulirter Flaschen kann man recht gut alle 3 Glasröhren durch einen und denselben Kork gehen lassen, wenn man dazu nur Flaschen mit hinreichend weiten Oeffnungen nimmt.

Register

zu den Bänden VI. bis X.

Berichtigungen.

Band VI.

Seite 95 Zeile 9 v. u. lies Stickstoff statt Stickgas.
„ 338 „ 9 v. o. l. H^{140} st. H^{146}.
„ 307 „ 14 v. o. l. hauptsächlich.
„ 362 in der letzten Reihe der Tabelle l. 12 st. 13.
„ 427 Zeile 13 v. o. l. 12 st. 10.
„ 484 „ 9 v. o. l. höher steigt, z. B. bis + 260°.
„ 499 „ 16 v. u. l. Abkühlung st. Auflösung.
„ 515 „ 5 v. u. l. H^{32} st. H^{30}.
„ 543 „ 9 v. u. l. Ueberchlorsäure.
„ 603 „ 7 v. u. l. 8,50 st. 5,50.
„ 606 „ 3 v. u. l. braucht.
(Die übrigen Berichtigungen zu diesem Bande siehe am Ende von Bd. VII).

Band VII.

Seite III fehlt im Inhalt Meccabalsam.
„ 8 „ 8 v. o. l. vierfach-borsaures.
„ 48 „ 22 v. o. l. Pinus (oder Abies) balsamea st. Pistacea Terebinthus.
„ 70 „ 1 v. o. l. Metallsalze st. Metallharze.
„ 233 „ 20 v. o. l. 73 st. 43.
„ 249 „ 13 v. u. ist einzuschalten: von Bleizucker, und im letzteren in einer Auflösung von etc.
„ 258 „ 1 u. 3 v. o. l. 4 At. Holz st. 3 At. Holz.
„ 298 „ 1 v. u. l. 6 st. 16
„ 336 „ 7 v. u. l. John st. Juch.
„ 338 „ 25 v. o. l. 35 st. 25.
„ 342 „ 2 v. u. l. stickstofffreie st. stickstoffhaltige.
„ 357 „ 16 v. o. l. Waltl st. Watte.
„ 440 „ 41 v. o. nach ferner einzuschalten: Agaricus.
„ 447 „ 16 v. o. l. Rigatelli st. Rigaletti.
„ 498 „ 5 v. o. l. Kalkerde st. Talkerde.
(Die übrigen Berichtigungen siehe im Bd. VII.)

Band VIII.

Seite 43 Zeile 18 v. o. l. 2 Atome vom Radical des Camphers st. 2 Atome Campher.
„ 56 „ 3 v. o. l. Lichtentwickelung st. Luftentwickelung.
„ 184 „ 11 v. o. l. Essigäther st. Essigsäure.

Seite 188 Zeile 3 v. o. nach Wassergas einzuschalten: = 0,6205.
» 188 » 4 v. o. l. 2 Volumen st. 4 Volumen.
» 188 » 5 v. o. l. 1 Volumen st. 2 Volumen.
» 189 » 13 v. u. l. 1826 st. 1828.
» 207 » 16 v. o. l. verliert nicht an Gewicht.
» 237 » 1 v. o. l. $\frac{4}{10}\dot{A}e$ st. $\frac{4}{14}\dot{A}e$.
» 265 » 9 bis 2 v. u. ist unrichtig, statt dessen lies:

	Gefunden.	Atome.	Berechnet.
Kohlenstoff	63,40	24	63,60
Wasserstoff	8,86	40	8,65
Sauerstoff	27,74	8	27,75.

Die Zusammenpaarung der Bestandtheile ist:

1 Atom Aethyloxyd	$= {}_4C + {}_{10}H + O$
1 Atom Wasser	$= {}_2H + \dot{O}$
2 At. Camphersäure	$= {}_{20}C + {}_{28}H + {}_6O$
1 At. 2fach-camphers. Aethyloxyd	$= {}_{24}C + {}_{40}H + {}_8O$

Seite 280 Zeile 16 v. o. l. 1 Vol. Aethylgas st. 2 Vol. Aethylgas.
» 283 » 13 v. o. l. $\frac{4}{10}\dot{A}e$ st. $\frac{4}{10}Ae$.
» 284 » 8 u. 7 v. u. l. aus dem KS^5 durch die Einwirkung des Schwefeläthyls st. aus dem Schwefeläthyl.
» 285 » 13 v. o. l. elektronegativeren st. elektropositiveren.
» 318 » 20 v. o. l. Acetylchlorid st. Acetyloxyd.
» 335 » 12 v. u. l. 71,930 st. 31,930.
» 340 » 6 v. o. l. empirischen st. empyrischen.
» 341 » 12 v. u. l. 12 At. st. 24 At.
» 343 » 15 v. u. l. ${}_2C\,Br$. st. ${}_2\dot{C}\,Cl$.
» 350 » 18 v. o. l. Formylbromid st. Formobromid.
» 365 » 22 v. o. l. $\times$ st. +.
» 387 » 17 v. o. l. Westgothland st. Ostgothland.
» 398 » 12 v. u. l. Quellsäure st. Quellsatzsäure.
» 402 » 8 bis 7 l. besteht aus 2 At. Quellsäure, 3 At. Eisenoxyd und 9 At. Wasser, von welchem 6 At. bei etc.
» 409 » 1 v. u. l. farblos st. klar.
» 422 » 10 v. u. l. Tschornasem st. Tschornosenn.
» 449 » 6 v. u. l. Sauerstoff st. Wasserstoff.
» 476 » 1 v. u. l. Farnkraut st. Schlangengras.
» 480 » 6 v. o. nach Erden l. theils mit Körpern.
» 500 » 17 v. o. l. umdestillirte st. undestillirte.
» 513 » 1 v. o. l. Åckermann st. Ackermann.
» 525 » 13 v. o. l. Methylgas st. Methylen.
» 529 » 8 v. o. l. $\ddot{S}$ st. $\dddot{S}$.
» 609 » 8 v. o. l. C^5H^4 st. C^4H^5.
» 619 » 14 v. o. l. Alkohol st. Aether.
» 619 » 13 v. oben l. Aether st. Alkohol.
» 650 » 6 v. u. l. ${}_2C^6H^3 + {}_2Cl$ st. $C^6H^3 + {}_3Cl$.
» 651 » 13 v. u. l. $C^{12}H^8O^2Cl^4$ st. $C^{12}H^8Cl^4 + \dot{H}$.

Seite 653 Zeile 18 v. o. l. 54,3 st. 34,3.
„ 667 „ 16 v. u. l. fetten Säuren st. Fettsäuren.
„ 691 „ 12 v. o. einzuschalten: Name.
„ 706 „ 17 v. u. l. Jodbarium st. Jodkalium.

Band IX.

Seite 30 Zeile 27 v. o. l. 40 st. 42 Atome.
„ 122 „ 14 v. u. l. Glires st. Clires.
„ 144 „ 1 v. o. l. Cyprinus st. Ciprinus.
„ 157 „ 11 v. o. l. die Blutkörperchen st. die Kerne der Blutkörp.
„ 249 „ 10 v. u. l. Vorlage st. Retorte.
„ 297 „ 3 v. o. „wahrscheinlich" zu streichen.
„ 325 „ 1 v. o. l. Omasum st. Omassum.
„ 325 „ 3 v. o. l. Omasum st. Abomassum.
„ 426 „ 11 v. o. l. besonders des Pferdes.
„ 471 „ 6 v. u. l. blaue st. rothe.
„ 677 „ 12 v. u. ist einzuschalten: der Rückstand wird mit Magnesia alba und Wasser digerirt und die gebildete Lösung filtrirt.
„ 718 „ 8 v. u. l. aufgelöst st. ungelöst.
„ 738 „ 14 v. u. l. zu ³/₄ st. in ³/₄.
„ 788 „ 7 v. o. l. arseniger Säure st. Arseniksäure.
„ 824 „ 14 v. o. l. C^{14} st. C^{17}.
„ 836 „ 10 v. u. l. 4 st. 2.
„ 836 „ 9 v. u. l. 2 st. 4.
„ 842 „ 7 v. o. l. Alloxantin st. Alloxan.
„ 849 „ 6 v. o. l. Alloxan st. Alloxantin.

Druck von Jérôme Hotop in Cassel.

Digitized by Google